

JURNAL TEKNIK SIPIL

**Analisis Risiko Pembangunan Jalan Tol pada Tahap Konstruksi
(Studi Kasus Jalan Tol Pekanbaru-Dumai)**

(*Ari Sandhyavitri, Muhammad Zulfiqar*)

**Stabilitas Dermaga Akibat Kenaikan Muka Air Laut
(Studi Kasus: Pelabuhan Perikanan Nusantara
Pemangkat Kalimantan Barat)**

(*Grecia Alfa, Olga Pattipawaej*)

**Pengaruh Penggunaan PS Ball Sebagai Pengganti Pasir
Terhadap Kuat Tekan Beton**

(*Ronald Simatupang, Naning Dyah Ulfaturosida*)

**Sistem Informasi Pencatatan Material Untuk Pengadaan Barang
Masuk dan Keluar**

(*Maksum Tanubrata, Andya Basanta*)

Mengamati Keselamatan Penumpang Angkutan Sungai dan Danau

(*Budi Hartanto Susilo, Petrus Teguh Esha*)

J. Tek.Sipil	Vol. 10	No. 1	Hlm. 1-91	Bandung, April 2014	ISSN 1411-9331
--------------	---------	-------	-----------	------------------------	-------------------



JURNAL TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

Jurnal Teknik Sipil adalah jurnal ilmiah jurusan teknik sipil Universitas Kristen Maranatha yang diterbitkan 2 kali setahun pada bulan April dan Oktober. Pertama kali terbit bulan Oktober 2003. Tujuan penerbitan adalah sebagai wadah komunikasi ilmiah dan juga penyebarluasan hasil penelitian, studi literatur dalam bidang teknik sipil atau ilmu terkait. Bila pernah dipresentasikan pada seminar agar diberi keterangan lengkap.

Pelindung	: Rektor Universitas Kristen Maranatha
Penanggung Jawab	: Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Maranatha
Pemimpin Redaksi	: Ir. Maksum Tanubrata, MT.
Ketua Dewan Penyunting	: Dr. Yosafat Aji Pranata, ST., MT.
Penyunting Pelaksana	: Prof. Dr. Ir. Budi Hartanto Susilo, M.Sc. Dr. Anang Kristianto, ST., MT. Ir. Maria Christine, M.Sc. Ir. Herianto Wibowo, M.Sc. Hanny Juliany Dani, ST., MT.
Desain Visual dan Editor	: Aldrin Boy Rahardjo, A.Md.
Sekretariat dan Sirkulasi	: Betty Heriati Sairoen
Alamat Redaksi	: Sekretariat Jurnal Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha Jl. Prof. drg. Suria Sumantri MPH. No. 65 Bandung 40164 Tel. 022 - 2012186 ext. 1211, 1212 ; Fax. 022 - 2017622
E-mail	: jurnal_ts@eng.maranatha.edu
Website	: http://majour.maranatha.edu
Penerbit	: Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha Jl. Prof. drg. Suria Sumantri MPH. No. 65 Bandung 40164



JURNAL TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

DAFTAR ISI :

Analisis Risiko Pembangunan Jalan Tol pada Tahap Konstruksi (Studi Kasus Jalan Tol Pekanbaru-Dumai) (Ari Sandhyavitri, Muhammad Zulfiqar)	1 - 15
Stabilitas Dermaga Akibat Kenaikan Muka Air Laut (Studi Kasus: Pelabuhan Perikanan Nusantara Pemangkat Kalimantan Barat) (Grecia Alfa, Olga Pattipawaej)	16 - 35
Pengaruh Penggunaan PS Ball Sebagai Pengganti Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton (Ronald Simatupang, Naning Dyah Ulfaturosida)	36 - 59
Sistem Informasi Pencatatan Material Untuk Pengadaan Barang Masuk dan Keluar (Maksun Tanubrata, Andya Basanta)	60 - 73
Mengamati Keselamatan Penumpang Angkutan Sungai dan Danau (Budi Hartanto Susilo, Petrus Teguh Esha)	74 - 90

ANALISIS RISIKO PEMBANGUNAN JALAN TOL PADA TAHAP KONSTRUKSI (STUDI KASUS JALAN TOL PEKANBARU-DUMAI)

Ari Sandhyavitri, Muhammad Zulfiqar

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebreantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

e-mail: arisandhyavitri@gmail.com dan muhammad.zulfiqar.0707120170@gmail.com

ABSTRACT

The existing Pekanbaru-Dumai highway (consist of 2-lane 2-way) is as an important transportation system connecting several cities in the Riau Province. It was forecasted that the highway would be overcapacity by the year 2015. Hence, the toll road was planned to overcome the problem. However, the investment for the construction of the toll road may involves some level of risks and uncertainties, the risk analyses procedure may put into account for managing the risks. The purpose of this study is to identify and analyze the project risks (during project construction phase). This study measured the value of the risk probabilities and risk impacts that may occur during this construction phase. The magnitude of each single risk is analyzed and simulated using @Risk software package. In order to obtain data input, the filed survey was conducted in two main stages e.i.; preliminary survey, and detailed survey. Then analyzed was carried out based on stochastic analyses. The result findings were then compared to the parameters published by the Puslitbang Pd-T-01-2005-B, 2005. It was identified that four major risks were influenced during the project construction phase, as follow; risk of the project finance, risk of the project construction, equipment risk and force majeure. The magnitude of the risks that may occur during project construction was identified as a medium risk category, which needs special intention to be preceded..

Keywords: Risk Analysis, Impact, Pekanbaru-Dumai, Toll Road, Probability.

ABSTRAK

Ruas Jalan yng menghubungkan antara Kota Pekanbaru-Dumai (terdiri dari 2-lajur 2-arah) adalah merupakan urat nadi transportasi penting di Provinsi Riau. Diproyeksikan ruas jalan ini akan over kapasitas pada tahun 2015. Oleh karena itu direncanakan akan diabgun jalan tol untuk mengatasi masalah tersebut. Namun, investasi untuk pembangunan jalan tol melibatkan beberapa tingkat risiko dan ketidakpastian, maka analisis dan pengelolaan risiko diperlukan dalam proses pembangunan jalan tol ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko proyek (selama proyek tahap konstruksi). Studi ini mengukur nilai probabilitas risiko dan dampak risiko yang mungkin terjadi selama tahap konstruksi jalan tol. Besarnya masing-masing risiko dianalisis dan disimulasikan menggunakan perangkat lunak @ Risk. Dalam rangka untuk mendapatkan input data, survei dilaksanakan dalam dua tahap utama; (i) survei awal, dan (ii) survei detail. Kemudian dilakukan analisis risiko berdasarkan stokastik. Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan parameter-parameter risiko yang diterbitkan oleh Puslitbang Pd-T-01-2005-B 2005. Diidentifikasi empat risiko utama yang dipengaruhi selama tahap konstruksi proyek, sebagai berikut; (i) risiko pembiayaan proyek, (ii) risiko pembangunan proyek, (iii) risiko peralatan, dan (iv) force majeure. Besarnya risiko yang mungkin terjadi selama proyek konstruksi jalan tol ini diidentifikasi sebagai kategori risiko sedang, yang membutuhkan penanganan khusus.

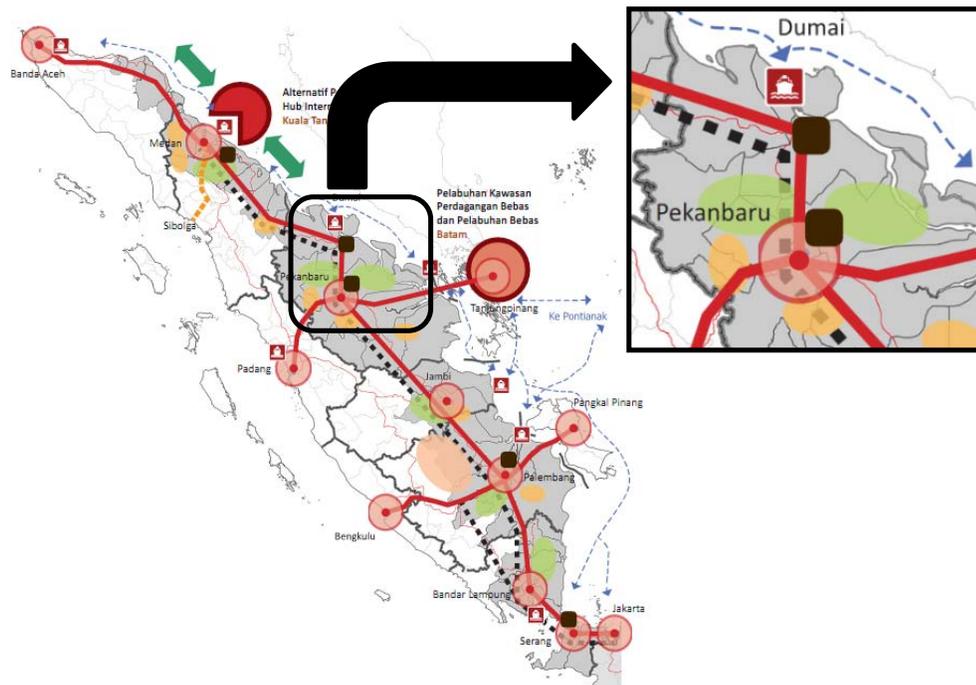
Kata kunci: analisis risiko, dampak, Pekanbaru-Dumai, jalan tol, probabilitas.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

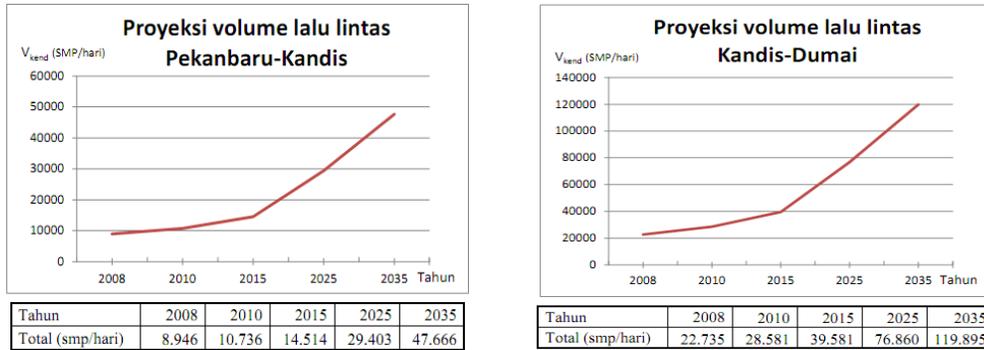
Berdasarkan konsep Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) koridor Sumatera, Kota Pekanbaru dan Kota Dumai merupakan wilayah yang berada dalam cakupan jalur penghubung pusat ekonomi. Oleh karena itu, perlu diadakannya akses yang lebih cepat untuk menghubungkan kedua kota tersebut (MP3EI 2011-2025, 2011).

Kota Dumai terletak disebelah utara Kota Pekanbaru dengan jarak 199,45 km. Ruas jalan Pekanbaru-Dumai saat ini merupakan jalur penting yang termasuk dalam jalur lalu lintas timur pulau Sumatera. Kota Dumai merupakan pelabuhan penting yang menjadi pintu keluar masuk barang untuk dan dari Riau, sedangkan Kota Pekanbaru merupakan titik kumpul bagi kabupaten-kabupaten di Propinsi Riau.



Gambar 1. Overview Koridor Ekonomi Sumatera.

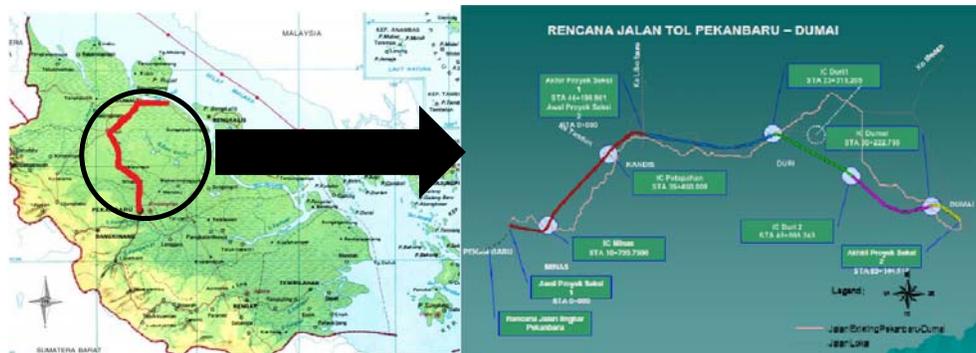
Sumber: MP3EI 2011-2025, 2011



Gambar 2. Grafik Proyeksi Volume Lalu Lintas Pekanbaru-Dumai.

Sumber: Presentasi Tol Pekanbaru-Dumai oleh Gubernur Riau, 2000

Berdasarkan Gambar 2 diatas diproyeksikan pertumbuhan rata-rata volume kendaraan yang melewati ruas jalan Pekanbaru-Kandis dari tahun 2008-2010 sekitar 20% sedangkan setelah tahun 2010-2015 volumenya meningkat 35%, dan diproyeksikan volume kendaraan ruas jalan Pekanbaru-Kandis setelah dibangunnya jalan tol Pekanbaru-Dumai pada tahun 2015 dengan total 14.514 SMP/hari. Sedangkan untuk ruas jalan Kandis-Dumai diproyeksikan pertumbuhan rata-rata volume kendaraan dari tahun 2008-2010 meningkat sekitar 25% dan tahun 2010-2015 volumenya terus meningkat sebesar 38%, dan diproyeksikan volume kendaraan ruas jalan Kandis-Dumai pada tahun 2015 dengan total 39,581 SMP/hari sedangkan kapasitas jalan Pekanbaru-Dumai 27.936 SMP/hari, maka dilihat kondisi ruas jalan Kandis-Dumai yang 2 lajur dan 2 arah diprediksi ruas ini akan mengalami *overcapacity* di tahun 2015 (Zulfery, 2004). Untuk mengatasi pertumbuhan lalu lintas dan meningkatkan efisiensi jasa distribusi guna menunjang pertumbuhan ekonomi di Provinsi Riau maka direncanakanlah jalan tol Pekanbaru-Dumai. (Presentasi Jalan Tol Pekanbaru-Dumai oleh Gubernur Riau, 2000).



Gambar 3. Peta Lokasi Pengembangan Jalan Tol Pekanbaru-Dumai.

Sumber: Presentasi Tol Pekanbaru-Dumai oleh Gubernur Riau, 2000

Berdasarkan perencanaan jalan tol Pekanbaru-Dumai dibagi dalam 3 seksi utama yaitu: seksi I Pekanbaru-Kandis, seksi II Kandis-Duri, seksi III Duri-Dumai. Sedangkan untuk gerbang tol dibagi dalam 5 *interchange* (IC) yaitu: IC Minas, IC Petapahan, IC Duri I, IC Duri II, IC Dumai.

Diestimasi investasi pembangunan jalan tol ini (pada tahap konstruksi) adalah Rp. 14,66 triliun. Dengan besarnya nilai investasi yang akan ditanamkan maka perlu dilakukan analisis risiko tahap konstruksi dalam rangka mengidentifikasi risiko yang mungkin terjadi dan memahami probabilitas dan dampak dari *cost overruns*.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Identifikasi faktor-faktor risiko yang mungkin terjadi pada masa konstruksi pada jalan tol Pekanbaru-Dumai. (berdasarkan probabilitas risiko dan nilai dampak risiko dalam parameter yang terukur).
2. Analisis dan simulasi risiko dalam bentuk stokastik.

2. TINJAUAN TEORI

Pengertian Risiko dan Analisis Risiko

Risiko adalah kombinasi probabilitas suatu kejadian dengan konsekuensi atau akibatnya (Siahaan, 2007). Analisis risiko adalah metode untuk mengidentifikasi dan mengukur risiko, pengembangan, seleksi dan program manajemen untuk menghadapi risiko tersebut dalam sebuah cara yang terorganisir.

Hal ini meliputi tiga aspek yaitu: identifikasi risiko, penilaian risiko dan pengelolaan risiko (Albahar, 1990; Flanagan, 1993; Bing; 1990).

Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah proses sistematis dari perencanaan, identifikasi, analisis, pemberian respon, dan pengawasan dari risiko-risiko proyek. Manajemen risiko melibatkan proses-proses, alat-alat, dan teknik-teknik yang akan membantu manajer memaksimalkan kemungkinan dan konsekuensi dari kejadian-kejadian positif dan meminimalkan kemungkinan dan konsekuensi dari kejadian-kejadian negatif.

Analisis Tingkat Risiko

Analisis tingkat risiko didasarkan pada persamaan faktor risiko investasi, dimana besaran-besaran faktor risiko tersebut merupakan gambaran mengenai tingkat risiko investasi yang terjadi. Persamaan faktor risiko didefinisikan sebagai perkalian antara besaran dampak dan probabilitas kejadian risiko, yang dihitung dari persamaan berikut ini, yaitu:

$$FR = L + I - (L \times I) \quad (1)$$

dengan: FR = Faktor risiko, dengan skala 0-1

L = Probabilitas kejadian risiko

I = Besaran dampak (*impact*) risiko dalam bentuk kenaikan biaya

Tabel 1. Kategori Risiko.

Nilai FR	Kategori	Langkah Penanganan
> 0,7	Risiko Tinggi	Harus dilakukan penurunan risiko ke tingkat yang lebih rendah
Tabel 1. Lanjutan.		
0,4 – 0,7	Risiko Sedang	Langkah perbaikan dibutuhkan dalam jangka waktu tertentu
< 0,4	Risiko Rendah	Langkah perbaikan bilamana memungkinkan

Sumber: Puslitbang Pd-T-01-2005-B, 2005



Gambar 4. Matriks Kategori Risiko.

Sumber: Puslitbang Pd-T-01-2005-B, 2005

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pra Survei Pendahuluan

Berdasarkan hasil pra survei pendahuluan dididentifikasi 4 faktor risiko utama yaitu pembiayaan, pembangunan, peralatan, dan *force majeure*.

Resiko pembiayaan meliputi kontinuitas sumber dana, bunga masa konstruksi, obligasi/*bond* dan resiko dalam pengembalian pinjaman.

Resiko pembangunan yaitu; ketidak pasatian kondisi lapangan baik kondisi lahan, kondisi tanah dan kondisi cuaca, pasokan material, pencurian, spesifikasi teknis, mismanajemen, mogok kerja, ketidak pastian skedul (jadwal) pelaksanaan, estimasi biaya konstruksi, dan fluktuasi tingkat inflasi, dan ketidak jujuran dalam pelaksanaan proyek.

Resiko peralatan yaitu; ketidak pastian proses impor, dan kinerja alat yang rusak.

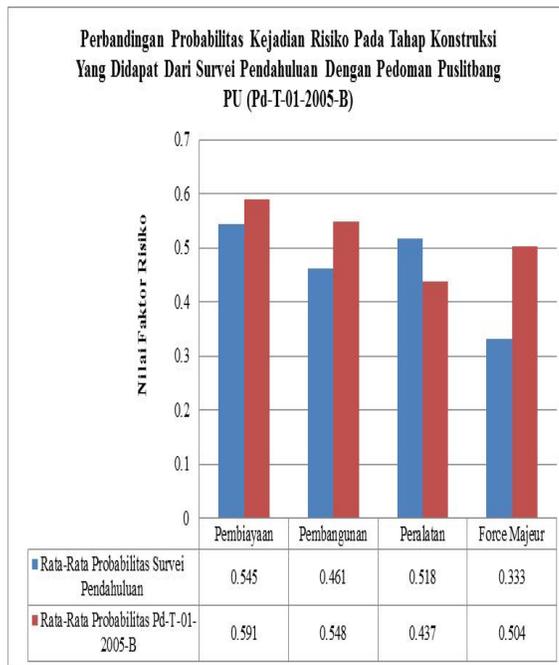
Resiko *force majeure* meliputi; bencana alam, nasionalisasi dan revolusi.

Probabilitas Kejadian Risiko

Adapun hasil pengukuran kemungkinan/probabilitas risiko pada pembangunan jalan tol Pekanbaru-Dumai dapat dilihat pada Gambar 5.

Probabilitas kejadian risiko pada faktor risiko pembiayaan menunjukkan relatif kecil perbedaan antara hasil penelitian ini dengan parameter yang dikeluarkan Pd-T-01-2005-B dengan selisih sekitar 8%. Begitu juga dengan resiko pembangunan dan penjadwalan. Sedangkan pada *force majeure* terdapat selisih sekitar yang relatif besar (34%). Probabilitas terjadinya kejadian yang tidak diinginkan berupa bencana alam (*force major*) yang mempengaruhi pelaksanaan proyek jalan di Propinsi Riau selama ini relatif kecil.

Dengan demikian dapat diketahui bahwa kemungkinan (probabilitas) terjadinya faktor risiko tahap konstruksi pada pembangunan jalan tol Pekanbaru-Dumai pada umumnya relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan tipikal kemungkinan (Probabilitas) risiko pembangunan jalan tol di Indonesia yang bersumber dari Puslitbang PU.



Tahap Konstruksi	Survei Pendahuluan	Pd-T-01-2005-B
	Rata-Rata Probabilitas	Rata-Rata Probabilitas
1. Pembiayaan	0,545	0,591
Kontinuitas Sumber Dana	0,607	0,640
Bunga Masa Konstruksi	0,500	0,627
Obligasi/ <i>Bond</i>	0,500	0,558
Pengembalian Pinjaman	0,571	0,631
2. Pembangunan	0,461	0,548
Kondisi Lapangan	0,607	0,535
Kondisi Cuaca	0,643	0,528
Pasokan Material	0,464	0,470
Pencurian	0,571	0,488
Spesifikasi	0,286	0,512
Mismanajemen	0,357	0,519
Mogok	0,286	0,498
Skedul (Jadwal)	0,321	0,551
Estimasi Biaya Konstruksi	0,500	0,567
Inflasi	0,679	0,709
Ketidakjujuran	0,357	0,600
3. Peralatan	0,518	0,437
Impor	0,464	0,463
Kinerja	0,571	0,437
4. Force Majeur	0,333	0,504
Bencana	0,357	0,521
Nasionalisasi	0,357	0,640
Dan sebagainya	0,786	0,505

Gambar 5. Perbandingan Probabilitas Kejadian Risiko.

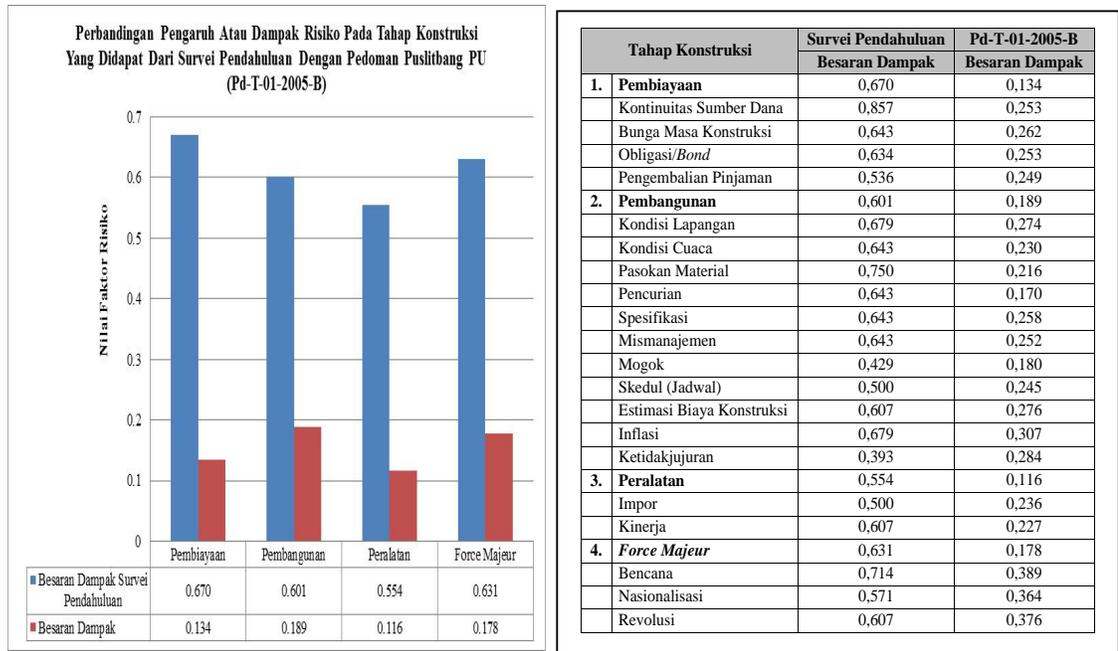
Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2013

Pengukuran Dampak Risiko

Adapun hasil pengukuran pengaruh atau dampak risiko pada pembangunan jalan tol Pekanbaru-Dumai dapat dilihat pada gambar 6.

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan ini, terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara hasil penelitian dengan parameter dampak resiko yang dipublikasi dari Pd-T-01-2005-B sekitar 80% untuk resiko pembiayaan proyek.

Hasil penelitian menunjukkan dampak resiko pembiayaan proyek jalan tol ini lebih besar dibanding dengan standar yang ada di PU. Hal ini berdasarkan histori sampai saat ini belum adanya akses pembiayaan proyek (dari tahun 2005 - 2014) berimplikasi pada macetnya proses persiapan dan pembangunan jalan tol ini. Sehingga dampak pembiayaan yang tidak jelas dari pembangunan jalan tol yang sudah dirasakan oleh stakeholder adalah relatif signifikan (besar). Begitu juga dampak untuk pembangunan, peralatan dan *force majeure* relatif lebih besar dibanding dengan hasil penelitian Pd-T-01-2005-B.

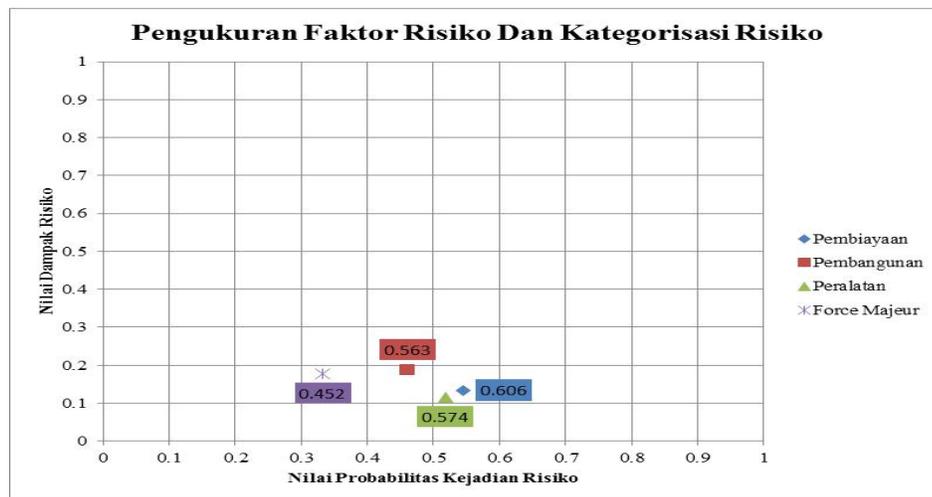


Gambar 6. Perbandingan Dampak Risiko.

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2013

Analisis Risiko Jalan Tol

Adapun hasil pengukuran faktor risiko dan kategorisasi risiko pada tahap konstruksi pada jalan tol Pekanbaru-Dumai dapat dilihat pada Gambar 7.



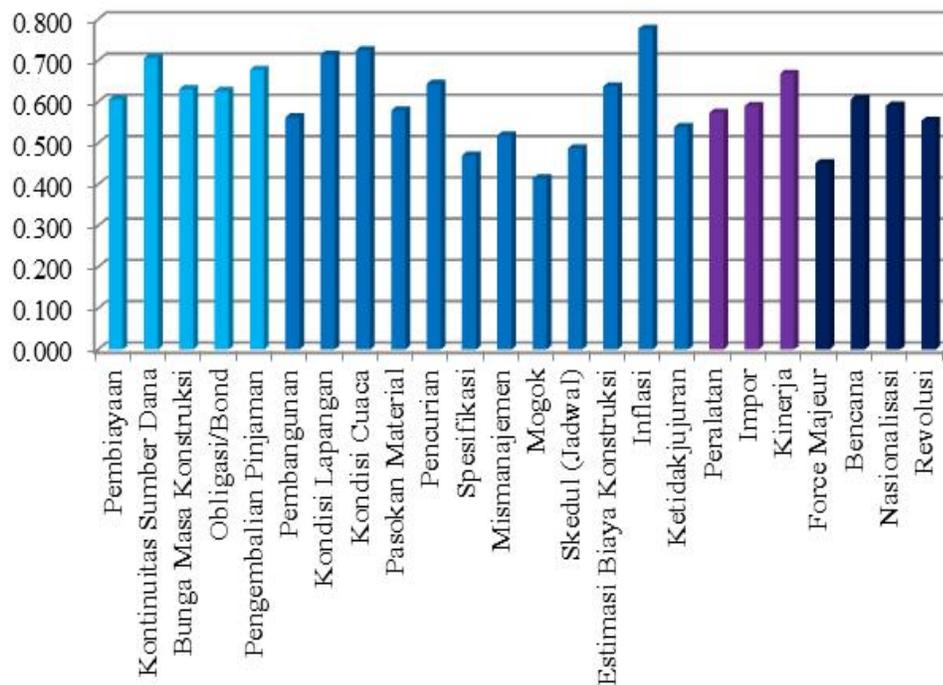
Gambar 7. Grafik Pengukuran Faktor Risiko Dan Kategorisasi Risiko.

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2013

Hasil dari pengukuran faktor risiko dan kategorisasi risiko adalah sebagai berikut: risiko pembiayaan 0,606, risiko pembangunan 0,563, risiko peralatan 0,574, dan *force majeure* 0,452. Oleh karena nilai faktor risiko lebih besar dari 0,4 dan lebih kecil dari 0,7, maka seluruh faktor risiko yang teridentifikasi pada pembangunan jalan tol Pekanbaru-Dumai termasuk dalam kategori risiko sedang yang memerlukan perhatian untuk ditangani.

Adapun hasil pengukuran faktor risiko dan kategorisasi risiko pada tahap konstruksi pada jalan tol Pekanbaru-Dumai dapat dilihat pada Gambar 8.

Pada umumnya elemen pada faktor risiko pembiayaan berada pada klasifikasi risiko sedang, kecuali risiko kontinuitas terhadap sumber dana, kondisi lapangan (ketidakpastian lahan dan cuaca), serta fluktuasi tingkat inflasi yang berada pada klasifikasi risiko tinggi.



Gambar 8 Grafik Faktor Risiko Dan Kategorisasi Risiko Secara Keseluruhan.

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2013

Menghitung faktor risiko.

Faktor resiko dampak merupakan perkalian antara probabilitas x dampak x besaran biaya per komponen, dengan menggunakan data probabilitas dan tingkat dampak yang telah didapat dari hasil survei.

Berdasarkan hasil analisis di atas, diperoleh elemen dari komponen risiko pembangunan memiliki faktor risiko paling tinggi (0,778) jika dibandingkan dengan elemen dari komponen lainnya.

Sedangkan, besaran risiko untuk seluruh komponen jika dibandingkan dengan besaran biaya investasi yang dibutuhkan adalah sebesar 15% atau tergolong kedalam risiko sedang berdasarkan Puslitbang PU (Pd-T-01-2005-B).

Tabel 1. Hasil Perhitungan Faktor Risiko Berdasarkan Komponen Risiko.

No.	Komponen Risiko	Besaran Biaya	Probabilitas (L)	Besaran Dampak (I)	Besaran Risiko	Faktor Risiko FR = L+I(L*I)
1	Pengadaan Tanah	Rp 546,000,000,000.00	0.527	0.241	Rp 69,345,822,000.00	0.641
2	Perencanaan Akhir Teknik (FED)	Rp 104,857,000,000.00	0.305	0.146	Rp 4,669,282,210.00	0.406
3	Mobilisasi, Demobilisasi dan Umum	Rp 85,625,329,139.00	0.607	0.274	Rp 14,241,033,491.74	0.715
4	Pembersihan Tempat Kerja	Rp 68,820,063,000.00	0.607	0.274	Rp 11,446,015,238.03	0.715
5	Pembongkaran	Rp 15,327,153,000.00	0.643	0.230	Rp 2,266,732,657.17	0.725
6	Pekerjaan Tanah	Rp 1,627,151,139,685.91	0.607	0.274	Rp 270,624,523,250.28	0.715
7	Galian Struktur	Rp 5,856,410,172.00	0.643	0.230	Rp 866,104,500.34	0.725
8	Drainase	Rp 279,423,759,187.98	0.643	0.230	Rp 41,323,979,746.31	0.725
9	Subgrade	Rp 31,591,285,590.70	0.643	0.230	Rp 4,672,035,226.01	0.725
10	Lapis Pondasi Agregat	Rp 806,646,706,920.42	0.643	0.230	Rp 119,294,981,486.46	0.725
11	Perkerasan	Rp 1,888,106,203,894.80	0.643	0.230	Rp 279,232,026,494.00	0.725
12	Struktur Beton	Rp 2,664,028,537,630.49	0.643	0.230	Rp 393,983,180,430.17	0.725
13	Pekerjaan Baja Struktural	Rp 3,607,915,050.00	0.643	0.230	Rp 533,574,556.74	0.725
14	Pekerjaan Lain-Lain	Rp 417,917,230,081.79	0.643	0.230	Rp 61,805,779,156.80	0.725
15	Pencahayaan Lampu Lalu Lintas & Pekerjaan Listrik	Rp 41,566,236,573.00	0.643	0.230	Rp 6,147,230,726.78	0.725
16	Pekerjaan Plaza Tol	Rp 35,710,585,428.50	0.643	0.230	Rp 5,281,238,479.02	0.725
17	Pengalihan dan Perlindungan Utilitas Yang Ada	Rp 76,220,737,668.71	0.643	0.230	Rp 11,272,284,893.83	0.725
18	Pekerjaan Fasilitas Tol	Rp 18,300,380,000.00	0.643	0.230	Rp 2,706,443,198.20	0.725
19	Peralatan & Perlengkapan Operasi	Rp 120,988,000,000.00	0.518	0.116	Rp 7,269,926,944.00	0.574
20	Supervisi	Rp 137,120,000,000.00	0.321	0.245	Rp 10,783,802,400.00	0.487
21	Eskalasi	Rp 2,314,496,000,000.00	0.679	0.307	Rp 482,463,634,688.00	0.778
22	Kontingensi	Rp 409,344,000,000.00	0.607	0.253	Rp 62,863,367,424.00	0.706
23	PPN	Rp 1,115,271,000,000.00	0.545	0.134	Rp 81,448,241,130.00	0.606
24	Overhead Proyek	Rp 209,085,000,000.00	0.607	0.253	Rp 32,109,392,535.00	0.706
25	Financial Cost	Rp 112,485,000,000.00	0.607	0.253	Rp 17,274,433,935.00	0.706
26	Bunga Selama Masa Konstruksi	Rp 1,521,863,000,000.00	0.500	0.262	Rp 199,364,053,000.00	0.631
		Rp 14,657,408,673,023.30			Rp 2,193,289,119,797.89	0.685
					15%	Risiko Sengah

Sumber: *Financial Analysis* Jalan Tol Pekanbaru-Dumai, Dinas PU Provinsi Riau, Bidang Bina Marga, Seksi Perencanaan Teknis, 2011.

Simulasi Risiko Investasi Tahap Konstruksi Dengan Menggunakan @RiskFor Excel

Untuk menguji sensitifitas risiko tahap konstruksi ini dibagi menjadi 4 (empat) alternatif.

a. Alternatif I

Alternatif pertama ini dikembangkan dengan data probabilitas risiko yang diambil melalui survei pendahuluan dan data besaran dampak risiko yang diambil dari Puslitbang Jembatan dan Jalan Pd-T-01-2005-B.

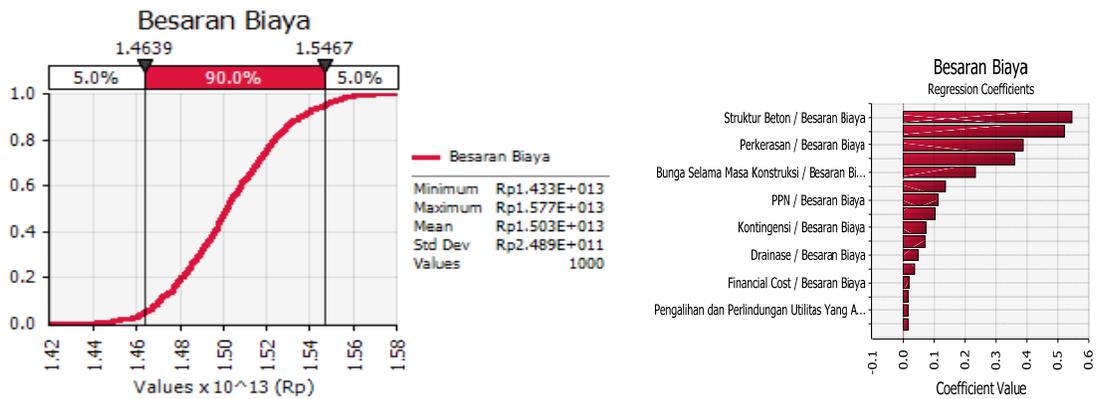
Tabel 2. Hasil Perhitungan Lengkap Dari Risiko Investasi Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru-Dumai Tahap Konstruksi Alternatif I.

No.	Komponen Risiko	Besaran Biaya	Deviasi		
			Minimum	Most Likely	Maksimum
1	Pengadaan Tanah	Rp 546,000,000,000.00	Rp 491,400,000,000.00	Rp 546,000,000,000.00	Rp 615,345,822,000.00
2	Perencanaan Akhir Teknik (FED)	Rp 104,857,000,000.00	Rp 94,371,300,000.00	Rp 104,857,000,000.00	Rp 109,526,282,210.00
3	Mobilisasi, Demobilisasi dan Umum	Rp 85,625,329,139.00	Rp 81,344,062,682.05	Rp 85,625,329,139.00	Rp 99,866,362,630.74
4	Pembersihan Tempat Kerja	Rp 68,820,063,000.00	Rp 65,379,059,850.00	Rp 68,820,063,000.00	Rp 80,266,078,238.03
5	Pembongkaran	Rp 15,327,153,000.00	Rp 14,560,795,350.00	Rp 15,327,153,000.00	Rp 17,593,885,657.17
6	Pekerjaan Tanah	Rp 1,627,151,139,685.91	Rp 1,464,436,025,717.32	Rp 1,627,151,139,685.91	Rp 1,897,775,662,936.19
7	Galian Struktur	Rp 5,856,410,172.00	Rp 5,270,769,154.80	Rp 5,856,410,172.00	Rp 6,722,514,672.34
8	Drainase	Rp 279,423,759,187.98	Rp 265,452,571,228.58	Rp 279,423,759,187.98	Rp 320,747,738,934.29
9	Subgrade	Rp 31,591,285,590.70	Rp 30,011,721,311.17	Rp 31,591,285,590.70	Rp 36,263,320,816.71
10	Lapis Pondasi Agregat	Rp 806,646,706,920.42	Rp 766,314,371,574.40	Rp 806,646,706,920.42	Rp 925,941,688,406.88
11	Perkerasan	Rp 1,888,106,203,894.80	Rp 1,699,295,583,505.32	Rp 1,888,106,203,894.80	Rp 2,167,338,230,388.80
12	Struktur Beton	Rp 2,664,028,537,630.49	Rp 2,397,625,683,867.44	Rp 2,664,028,537,630.49	Rp 3,058,011,718,060.66
13	Pekerjaan Baja Struktural	Rp 3,607,915,050.00	Rp 3,247,123,545.00	Rp 3,607,915,050.00	Rp 4,141,489,606.74
14	Pekerjaan Lain-Lain	Rp 417,917,230,081.79	Rp 397,021,368,577.70	Rp 417,917,230,081.79	Rp 479,723,009,238.59
15	Pencapaian Lampu Lalu Lintas & Pekerjaan Listrik	Rp 41,566,236,573.00	Rp 37,409,612,915.70	Rp 41,566,236,573.00	Rp 47,713,467,299.78
16	Pekerjaan Plaza Tol	Rp 35,710,585,428.50	Rp 32,139,526,885.65	Rp 35,710,585,428.50	Rp 40,991,823,907.52
17	Pengalihan dan Perlindungan Utilitas Yang Ada	Rp 76,220,737,668.71	Rp 68,598,663,901.84	Rp 76,220,737,668.71	Rp 87,493,022,562.54
18	Pekerjaan Fasilitas Tol	Rp 18,300,380,000.00	Rp 16,470,342,000.00	Rp 18,300,380,000.00	Rp 21,006,823,198.20
19	Peralatan & Perlengkapan Operasi	Rp 120,988,000,000.00	Rp 114,938,600,000.00	Rp 120,988,000,000.00	Rp 128,257,926,944.00
20	Supervisi	Rp 137,120,000,000.00	Rp 130,264,000,000.00	Rp 137,120,000,000.00	Rp 147,903,802,400.00
21	Eskalasi	Rp 2,314,496,000,000.00	Rp 2,198,771,200,000.00	Rp 2,314,496,000,000.00	Rp 2,796,959,634,688.00
22	Kontingensi	Rp 409,344,000,000.00	Rp 388,876,800,000.00	Rp 409,344,000,000.00	Rp 472,207,367,424.00
23	PPN	Rp 1,115,271,000,000.00	Rp 1,059,507,450,000.00	Rp 1,115,271,000,000.00	Rp 1,196,719,241,130.00
24	Overhead Proyek	Rp 209,085,000,000.00	Rp 198,630,750,000.00	Rp 209,085,000,000.00	Rp 241,194,392,535.00
25	Financial Cost	Rp 112,485,000,000.00	Rp 106,860,750,000.00	Rp 112,485,000,000.00	Rp 129,759,433,935.00
26	Bunga Selama Masa Konstruksi	Rp 1,521,863,000,000.00	Rp 1,445,769,850,000.00	Rp 1,521,863,000,000.00	Rp 1,721,227,053,000.00
		Rp 14,657,408,673,023.30	Rp 13,573,967,982,067.00	Rp 14,657,408,673,023.30	Rp 16,850,697,792,821.20

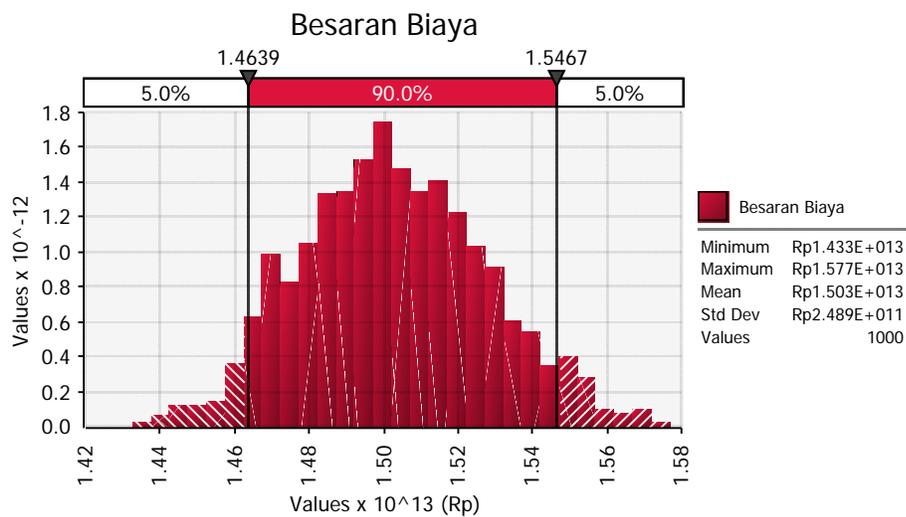
Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2013

Dari hasil simulasi dengan menggunakan distribusi triangle (menggunakan model 2 tails 90% value dengan 5% error), diperoleh nilai rata-rata (*mean value* atau *50-50 chance*) adalah Rp. 15,03 trilyun dengan *range* rencana anggaran biaya Rp. 14,33 trilyun sampai Rp. 15,77 trilyun.

Sedangkan untuk mengetahui seberapa sensitif elemen-elemen risiko digambarkan dalam diagram tornado regresi sensitivitas dan diagram tornado korelasi sensitivitas gambar 9. Berdasarkan gambar diatas terlihat risiko pembangunan jalan tol Pekanbaru-Dumai pada tahap konstruksi yang paling sensitif adalah pembangunan struktur beton (0,55), konstruksi perkerasan (0,53), pembayaran bunga bank dan pembayaran pajak (PPN).



Gambar 9. Hasil Simulasi Risiko Investasi Alternatif I dan diagram tornado regresi sensitivitas. Sumber: Hasil Pengolahan data, 2013



Gambar 10. Hasil Simulasi Distribusi Risiko Investasi Alternatif I. Sumber: Hasil Pengolahan data, 2013

b. Alternatif II

Alternatif kedua ini dikembangkan dengan data probabilitas risiko dan data besaran dampak risiko yang diambil melalui survei pendahuluan, diperoleh nilai rata-rata (*mean value*) adalah Rp. 16,23 trilyun dengan *range* rencana anggaran biaya Rp. 14,66 trilyun sampai Rp. 17,96 trilyun.

c. Alternatif III

Alternatif ketiga ini dikembangkan dengan data probabilitas risiko yang diambil melalui survei pendahuluan dan data besaran dampak risiko yang diambil melalui survei detail kepada Kepala Seksi Perencanaan Bidang Bina Marga Dina PU Provinsi Riau, diperoleh nilai rata-rata (*mean value*) adalah Rp. 14,96 trilyun dengan *range* rencana anggaran biaya Rp. 14,19 trilyun sampai Rp. 15,75 trilyun.

d. Alternatif IV

Alternatif keempat ini dikembangkan dengan data probabilitas risiko yang diambil melalui survei pendahuluan dan data besaran dampak risiko yang diambil melalui survei detail kepada Kepala Seksi Perencanaan Bidang Bina Marga Dina PU Provinsi Riau dengan anggapan bahwa Pemerintah dapat mengontrol risiko dengan melakukan pengelolaan risiko, diperoleh nilai rata-rata (*mean value*) adalah Rp. 14,63 trilyun dengan *range* rencana anggaran biaya Rp. 14,15 trilyun sampai Rp. 15,08 trilyun. Adapun pengelolaan risiko yang akan dilaksanakan antara lain adalah;

Tabel 3. Ringkasan 4 (empat) Alternatif yang dikembangkan.

Alternatif	Estimasi Nilai Investasi (Rp) trilyun			Keterangan
	Minimal	Rata-Rata	Maksimal	
Alternatif I	14,33	15,03	15,77	
Alternatif II	14,66	16,23	17,96	
Alternatif III	14,19	14,96	15,75	
Alternatif IV	14,15	14,63	15,08	

Berdasarkan tabel di atas maka dapat diringkas sebagai berikut:

Alternatif I yang merupakan pengembangan data dari Puslitbang Jembatan dan Jalan Pd-T-01-2005-B, diperoleh nilai rata-rata (*mean value*) pembiayaan sebesar Rp. 15,028 trilyun, dengan 95% peluang proyek dapat dilaksanakan dengan biaya Rp. 15,77 trilyun.

Alternatif II yang merupakan pengembangan data dari survei pendahuluan, diperoleh nilai rata-rata (*mean value* atau *50-50 chance*) pembiayaan sebesar Rp. 16,233 trilyun, dengan 95% peluang proyek dapat dilaksanakan dengan biaya Rp. 17,96 trilyun.

Alternatif III yang merupakan pengembangan data dari survei detail (sebelum mitigasi risiko), diperoleh nilai rata-rata (*mean value*) pembiayaan sebesar Rp. 14,96 triliun, dengan 95% peluang proyek dapat dilaksanakan dengan biaya Rp. 15,75 triliun.

Alternatif IV yang merupakan pengembangan data dari survei detail (setelah mitigasi risiko), diperoleh nilai rata-rata (*mean value*) Rp. 14,63 triliun, dengan 95% peluang proyek dapat dilaksanakan dengan biaya Rp. 15,08 triliun.

Dari 4 (empat) alternatif tergambar nilai rata-rata proyek (*mean value* atau 50-50 chance) akan lebih kecil dari nilai dengan peluang sukses 95%. Mitigasi risiko dapat berpeluang memperkecil jarak estimasi nilai proyek setelah mitigasi dibandingkan dengan nilai sebelum mitigasi (misalnya nilai rata-rata untuk pelaksanaan proyek sebelum mitigasi adalah 14,96 dan setelah mitigasi 14,63 triliun (ada selisih Rp. 33 miliar). Sehingga analisis risiko dan mitigasi risiko perlu untuk dilaksanakan dalam proyek konstruksi jalan tol karena dapat mengefisienkan dana dalam jumlah yang relatif signifikan.

4. KESIMPULAN

Ada 4 (empat) risiko utama yang diidentifikasi yaitu: risiko pembiayaan, risiko pembangunan, risiko peralatan dan risiko *force majeure*. Terdapat perbedaan besarnya probabilitas risiko dan dampak risiko yang diukur pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Dumai tahap konstruksi dibandingkan tipikal probabilitas kejadian risiko investasi jalan tol di Indonesia yang bersumber dari Puslitbang PU. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan karakteristik daerah Provinsi Riau baik di Pekanbaru, Kandis, Duri, maupun Kota Dumai. Analisis risiko dan mitigasi risiko perlu untuk dilaksanakan dalam proyek konstruksi jalan tol karena dapat mengefisienkan dana dalam jumlah yang relatif signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. 2012. *Jalan Tol*. Tersedia di: <http://id.wikipedia.org/wiki/jalan_tol> [Diakses tanggal 25 Agustus 2012].
2. Anonim. 2011. *Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI)*. Jakarta.
3. Ali, T.H. 1997. *Prinsip-Prinsip Network Planning*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
4. Dipohusodo, I. 1996. *Manajemen Proyek & Konstruksi Jilid I & II*. Yogyakarta: Kanisius.

5. Gubernur Riau, 2009. *Persentasi Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru-Dumai di Provinsi Riau*. Pekanbaru: Dinas Pemukiman dan Prasarana Wilayah Provinsi Riau.
6. Halpin, D. W., Woodhead, R. W., 1998. *Construction Management*. John Wiley & Sons, Canada.
7. Levin, R.I., Kirkpatrick, C.A. 1987. *Perencanaan dan Pengendalian dengan PERT dan CPM*. Balai Pustaka.
8. Ningrum Ratna, 2008. *Analisis Risiko Investasi Jalan Tol Depok Antasari*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
9. Pusat Litbang Prasarana Transportasi, 2003. *Pengembangan Metode Analisis Risiko Investasi Jalan Tol*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
10. Raftery, J., 1986. *Risk Analysis in Project Management*. London: E & F Spon.
11. Ronald, M., 2003. *Manajemen Pembangunan, Jakarta: GrafiKatama Abdiwacana*.
12. Sandhyavitri, A., Saputra, N., 2013. *Analisis Risiko Jalan Tol Tahap Pra Konstruksi (Studi Kasus Jalan Tol Pekanbaru-Dumai)*, Jurnal Teknik Sipil Volume 9 Nomor 1, April 2013 : 1-83, UNS.
13. Smith, N. J., (Editor), 1995. *Engineering Project Management*. Blackweell Science, London.
14. Soeharto, I. 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga.
15. Zulfery, 2004. *Analisis Investasi Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru-Dumai*. Intitut Teknologi Bandung. Bandung.

STABILITAS DERMAGA AKIBAT KENAIKAN MUKA AIR LAUT (STUDI KASUS: PELABUHAN PERIKANAN NUSANTARA PEMANGKAT KALIMANTAN BARAT)

Grecia Alfa, Olga Pattipawaej

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
Jalan Prof. drg. Suria Sumantri, MPH., no 65, Bandung, 40164
e-mail: olga.pattipawaej@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan armada kapal perikanan yang berada di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pemangkat menunjukkan jumlah yang terus meningkat dengan ukuran kapal yang semakin besar dan kenaikan muka air laut akibat pemanasan global. Analisis lebih lanjut diperlukan untuk struktur dermaga yang sudah ada. Tulisan ini lebih difokuskan kepada stabilitas lereng dermaga akibat pemanasan global menggunakan perangkat lunak Plaxis. Faktor Keamanan untuk stabilitas terhadap penggalian dibagi menjadi dua bagian, yaitu Faktor Keamanan untuk stabilitas terhadap penggalian normal dan Faktor Keamanan untuk stabilitas terhadap penggalian akibat pemanasan global. Faktor Keamanan untuk stabilitas terhadap penggalian, pemancangan, dan pembalokan terdiri dari dua Faktor Keamanan, yaitu untuk stabilitas terhadap penggalian, pemancangan dan pembalokan dalam kondisi normal dan untuk stabilitas terhadap penggalian, pemancangan dan pembalokan dengan memasukkan kenaikan muka air laut akibat pemanasan global. Faktor keamanan yang dihasilkan memperlihatkan bahwa lereng dermaga dalam kondisi stabil. dapat lebih efisien dan aman sesuai kebutuhan pelabuhan.

Kata kunci: Dermaga, Pondasi tiang pancang, Stabilitas geoteknik, Kenaikan muka air laut, Plaxis.

1. PENDAHULUAN

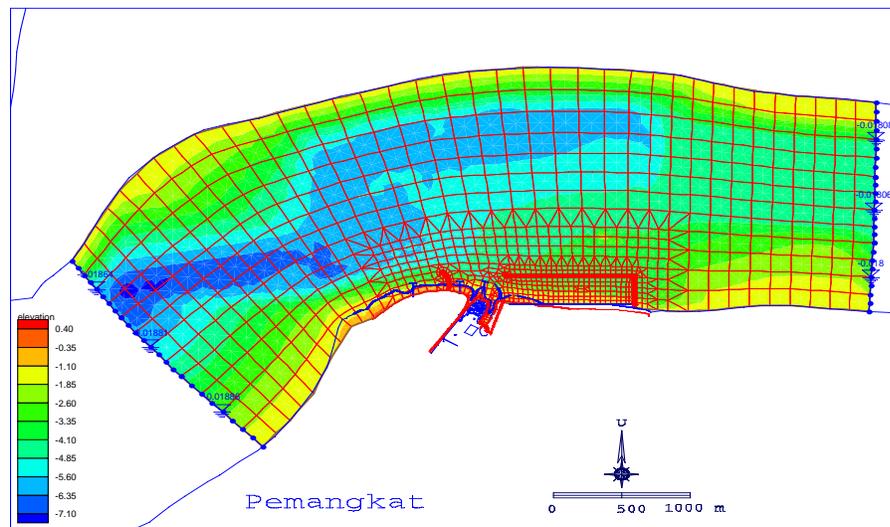
Peran angkutan laut di Indonesia sebagai negara kepulauan adalah sangat penting. Angkutan barang melalui laut sangat efisien dibanding moda angkutan darat dan udara. Untuk mendukung sarana angkutan laut diperlukan prasarana yang berupa pelabuhan, tempat berlabuh kapal untuk melakukan berbagai kegiatan seperti menaik-turunkan penumpang, bongkar muat barang, pengisian bahan bakar dan air tawar, melakukan reparasi, dan sebagainya. Pelabuhan ditinjau dari segi penggunaannya berfungsi sebagai pelabuhan ikan, pelabuhan minyak, pelabuhan barang, pelabuhan penumpang, pelabuhan campuran, dan pelabuhan militer. Pelabuhan ikan menyediakan tempat bagi kapal-kapal ikan untuk melakukan kegiatan penangkapan ikan dan memberikan pelayanan yang diperlukan (Triatmodjo, 1999, 2009, dan SPM, 1984).

Perkembangan armada kapal perikanan yang berada di PPN Pemangkat dan sekitarnya selama 5 tahun terakhir menunjukkan jumlah yang terus meningkat dengan ukuran kapal yang semakin besar dan kenaikan muka air laut akibat pemanasan global. Analisis lebih lanjut diperlukan untuk struktur dermaga yang sudah ada. Pada tulisan

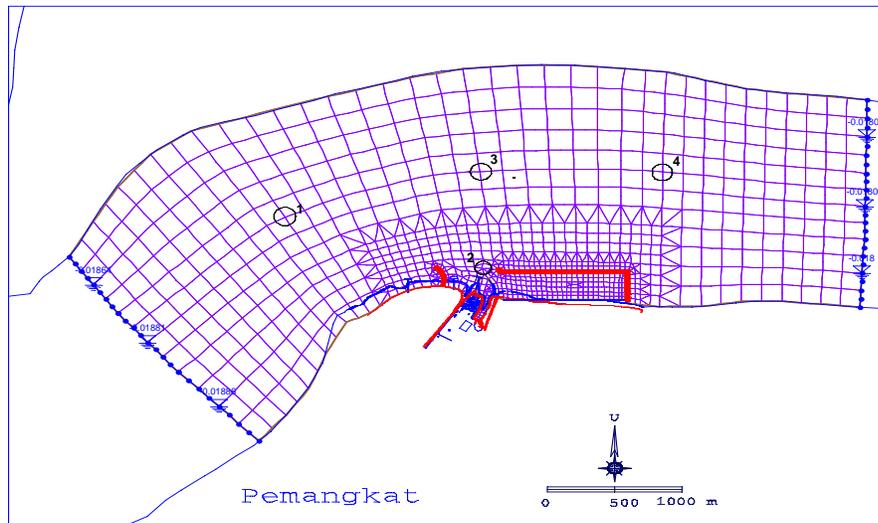
lebih difokuskan kepada analisis stabilitas struktur dermaga menggunakan perangkat lunak *Plaxis* dengan melakukan pemodelan struktur dan geometri tanah, mendapatkan hasil analisis model dan menentukan kondisi keamanan struktur dermaga. Selain itu analisis yang digunakan sesuai dengan literature yang ada sehingga tidak ada penurunan rumus, analisis ini tidak meninjau analisis biaya, manajemen konstruksi, maupun segi arsitektural, perhitungan tekanan pada tanah disesuaikan dengan data N-SPT, gaya gempa dan tsunami tidak diperhitungkan, parameter kenaikan permukaan air laut akibat pemanasan global merupakan parameter masukan, asumsi permeabilitas tanah arah-x dan-y dianggap sama dan kontrol penulangan tiang pancang tidak dilakukan (Bowles, 1997, Das, 2006 dan Verruijt, 2004).

2. PERENCANAAN ARUS KOLAM PELABUHAN TERTUTUP

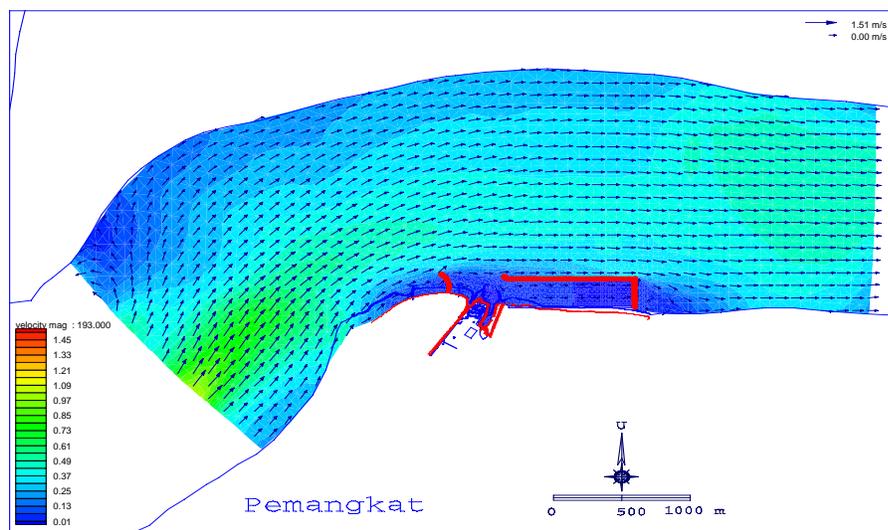
Arus di kolam pelabuhan rencana didapat dengan menggunakan simulasi arus perairan. Simulasi ini didapat dari perpaduan data PPN Pemangkat dengan *meshgrid* simulasi seperti pada Gambar 1. Titik pengambilan data untuk *time series* arus dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 3 dan 4 adalah pola arah dan kecepatan arus kawasan rencana saat pasang dan surut.



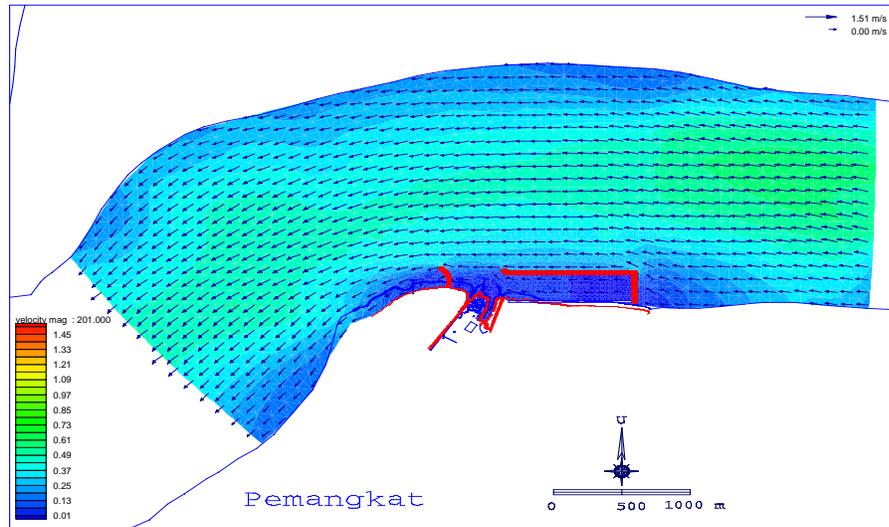
Gambar 1. Mesh Geometri Kawasan Rencana.



Gambar 2. Titik Pengambilan Data untuk *Time Series* Arus Kawasan Rencana.



Gambar 3. Pola Arah dan Kecepatan Arus Kawasan Rencana Saat Pasang.



Gambar 4. Pola Arah dan Kecepatan Arus Kawasan Rencana Saat Surut.

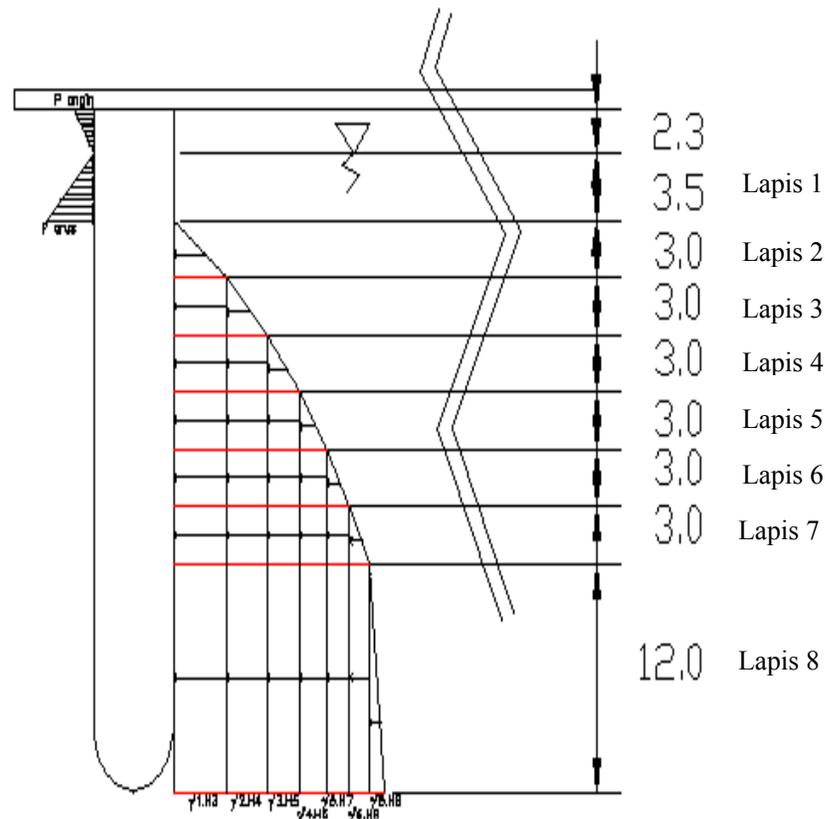
Kriteria besar arus yang harus terjadi pada kolam pelabuhan perikanan adalah 1 m/dt. Simulasi arus untuk kolam pelabuhan mendapatkan hasil 0,5 m/dt sehingga lebih kecil dari kriteria desain.

Tekanan angin diasumsikan dengan keadaan lingkungan di Pemangkat, Kalimantan Barat adalah angin kuat, yaitu $P_{\text{angin kuat}} = 41 \text{ kg/m}^2$ (Triatmojo, 2009). Untuk kapal lebih dari 100 GT, gaya akibat angin yang bergantung kepada tinggi dan draft kapal, diperoleh sebesar $F_{\text{angin}} = 0,994 \text{ ton}$. Kecepatan arus sebesar $V_{\text{arus}} = 0,15 \text{ m/det}$, tekanan arus $P_{\text{arus}} = 1,18 \text{ kg/m}^2$, dan gaya akibat arus sebesar $F_{\text{arus}} = 0,149 \text{ ton}$.

Data tiang pancang yang digunakan, yaitu diameter tiang pancang, $D = 0,6 \text{ m}$, panjang tiang pancang terbenam, $L = 30 \text{ m}$, keliling tiang pancang, $P = 1,88 \text{ m}$. Berdasarkan data NSPT, $N_{\text{SPT Rata-rata}} = 12,36$ dan berdasarkan metode Meyerhoff diperoleh $Q_{\text{ult}} = 289,40 \text{ ton}$ serta daya dukung ijin sebesar $Q_{\text{ijin}} = 120,58 \text{ ton}$. Desain pemodelan tiang pancang dermaga yang digunakan adalah panjang tiang di atas muka tanah -5.8 m , sehingga panjang tiang pancang rencana 35.8 m . Beban yang bekerja: beban mati $28,3 \text{ ton}$ (balok dermaga $2,16 \text{ ton}$, pelat dermaga 12 ton , tiang pancang beton $14,14 \text{ ton}$) dan beban hidup sebesar 40 ton , sehingga beban maksimum $1,2 D + 1,6 L$ sebesar $97,96 \text{ ton}$. Kapasitas daya dukung tiang pancang, yaitu *end bearing* (Q_p) $149,57 \text{ ton}$, total *side friction* (Q_s) $139,83 \text{ ton}$, $Q_{\text{ult}} = 289,40 \text{ ton}$, dan $Q_{\text{ijin}} = 120,58 \text{ ton}$. sehingga $120,584 \text{ ton} > 97,96 \text{ ton}$, artinya syarat beban maksimum terpenuhi. Dari hasil analisa

tersebut dapat disimpulkan bahwa kapasitas daya dukung yang ada dapat menahan beban yang bekerja di atas pondasi tiang pancang tersebut.

Beban-belan rencana yang dipakai untuk analisa dihitung sesuai tekanan tanah setiap lapisnya seperti pada Gambar 5 dengan hasil perhitungan tekanan tanah pada lapis 1, $P_1 = 7,00 \text{ kN/m}^2$, tekanan pada lapis 2, $P_2 = 32,32 \text{ kN/m}^2$, tekanan pada lapis 3, $P_3 = 49,18 \text{ kN/m}^2$, tekanan pada lapis 4, $P_4 = 67,84 \text{ kN/m}^2$, tekanan pada lapis 5, $P_5 = 87,85 \text{ kN/m}^2$, tekanan pada lapis 6, $P_6 = 107,10 \text{ kN/m}^2$, tekanan pada lapis 7, $P_7 = 127,40 \text{ kN/m}^2$, dan tekanan pada lapis 8, $P_8 = 203,33 \text{ kN/m}^2$



Gambar 5. Diagram Tekanan Angin, Air, dan Tanah.

Beban-belan rencana yang dipakai antara lain: berat pelat dermaga $0,6 \text{ ton/m}^2$ atau $5,89 \text{ kN/m}^2$, beban balok dermaga $0,43 \text{ ton/m}^2$ atau $4,24 \text{ kN/m}^2$, dan berat tiang pancang $14,14 \text{ ton}$ atau $138,71 \text{ kN}$, serta beban hidup (maksimum) 2 ton/m^2 atau $19,62 \text{ kN/m}^2$, sehingga beban total untuk pelat sebesar $29,74 \text{ kN/m}^2$.

3. ANALISIS STABILITAS DERMAGA MENGGUNAKAN PLAXIS

3.1. Kestabilan Lereng Tanpa Pemancangan Tiang dengan Beban Air Sepanjang Dermaga

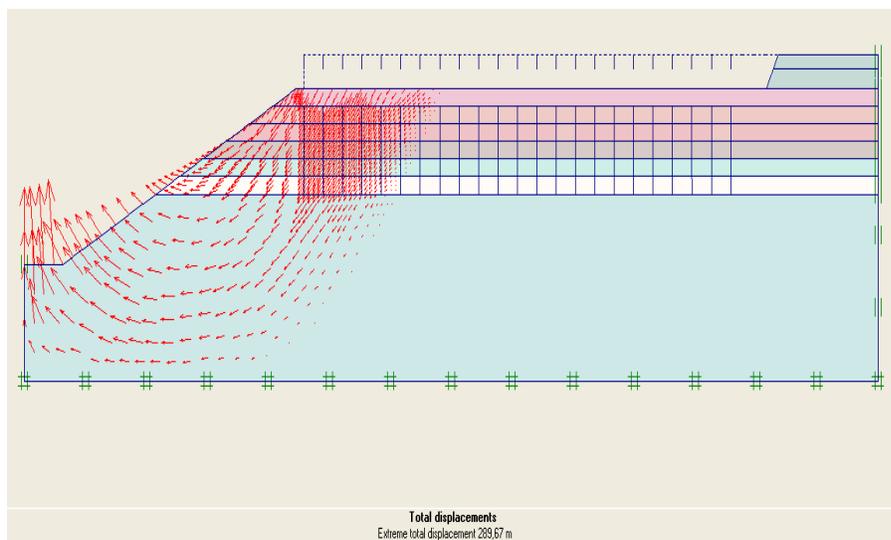
Dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Plaxis, kestabilan lereng tanpa beban dan tanpa perkuatan *geotextile* dibagi menjadi dua phase, phase 1 (*General Calculation, calculation type* yang dipilih adalah *plastic* dan *load adv.ultimate level*). Setelah *general calculations*, kemudian masuk ke *parameters calculation*. Pada tahap ini, masukan beban atau *loading input* sesuai tahapan yang diinginkan, dalam hal ini pilih *Stage Construction*.

Multipliers calculation adalah tahapan memasukan beban, kestabilan lereng yang akan dihitung pada kondisi ini adalah tanpa pemancangan tiang dan ada beban air sepanjang dermaga, dan phase 2 (dalam tahap ini *stage construction* telah selesai, untuk kemudian akan dihitung faktor keamanan, sebelumnya pada *calculation type* yang dipilih adalah *load adv.number of step*).

Parameters calculation untuk phase 2 ini adalah tahapan menghitung faktor keamanan, *Plaxis* secara otomatis akan memilih sendiri *loading input* yaitu *phi/c reduction*, karena pada tahap *general calculation* telah dipilih *load adv.number of step*).

Setelah perhitungan selesai dilakukan, hasilnya dapat dilihat pada bagian *output* yang terlihat pada toolbar. Untuk angka keamanan dapat langsung dilihat pada *Multipliers*, kemudian Σ -Msf. Hasil perhitungan stabilitas lereng tanpa pemancangan tiang dan ada beban air sepanjang dengan menggunakan program *Plaxis* didapat Σ -Msf = 1,8579.

Ini berarti lereng tersebut sangat aman, karena standar nilai faktor keamanan lereng adalah $FK \geq 1,2$. Selain Σ -Msf, dalam *output* juga dapat dilihat perpindahan dan tegangan-tegangan yang terjadi. Arah tegangan yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Arah Tegangan yang Terjadi.

3.2. Kestabilan Lereng dengan Seluruh Konstruksi pada *Plaxis*

Langkah-langkah pemodelan analisa stabilitas timbunan menggunakan program *Plaxis*: pada saat membuka *Plaxis Input*, sebuah kotak *dialog Creat/Open project* akan ditampilkan. Pilih *option New Project* pada kotak dialog tersebut kemudian tekan tombol <OK> untuk membuat *Project* baru.

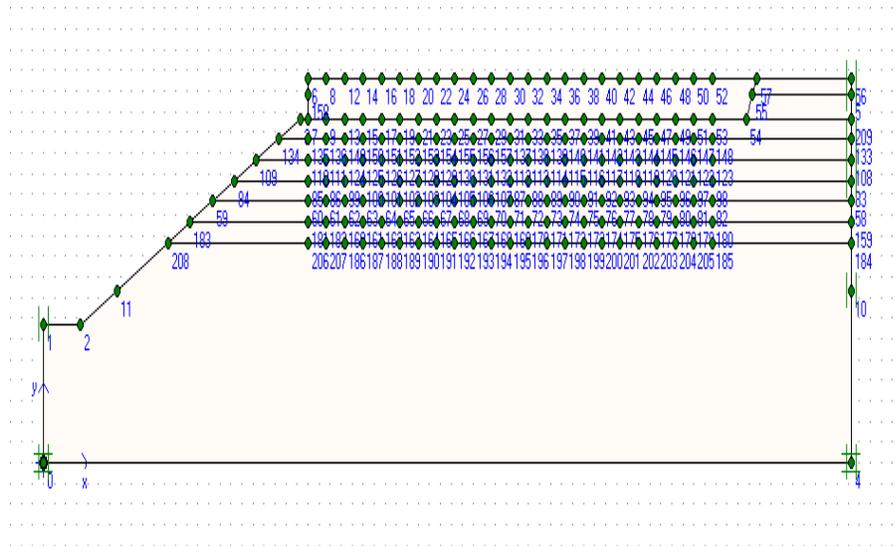
Setelah kotak *dialog General settings* ditampilkan, pada lembar *tab Project* masukkan nama proyek pada kotak *Title*. Pilih Model *Axisymmetry* dan *Element 15-Node*. Satuan panjang, gaya, dan waktu yang digunakan adalah m, kN, dan hari, maka pada *combo box Length, Force, dan Time* berturut-turut dipilih m, kN, dan day, serta masukkan data geometri dan *data grid* yang akan digunakan.

Pada saat jendela *Plaxis Input* ditampilkan, gambar model geometri yang akan dianalisa seperti pada Gambar 7 dengan menggunakan *Geometry line* dan pemodelan tiang pancang seperti pada Gambar 8. Pengaplikasian *Standard fixities* pada model geometri dapat dilihat pada Gambar 9.

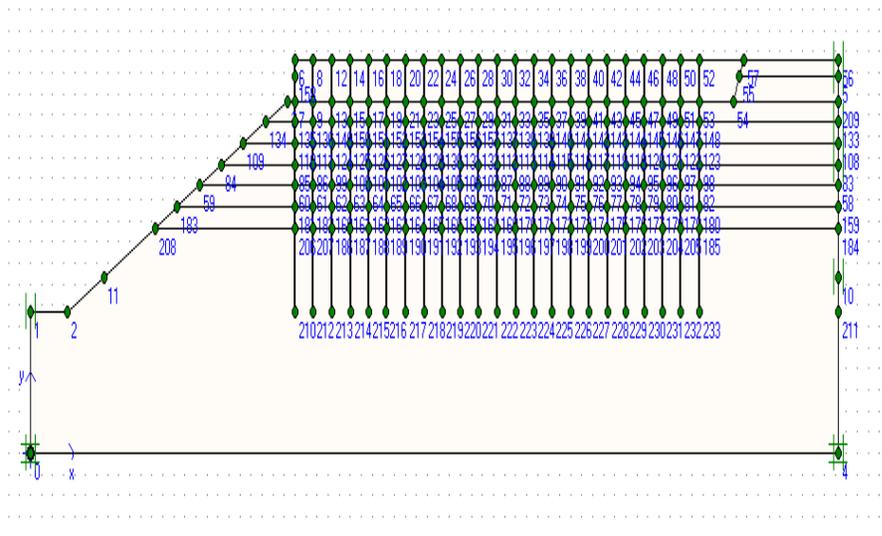
Setelah *boundary condition* untuk model geometri terbentuk, langkah berikutnya adalah pengidentifikasian dan pengaplikasian data tanah dan geotekstil pada model geometri. *Interface* adalah daerah interaksi antara permukaan material (tanah) dengan material lain (baja, beton, kayu, dll). Pilihan rigid berarti kekuatan material di daerah *interface* tetap (tidak terganggu), sementara pilihan manual berarti ada gangguan yang menyebabkan penurunan kekuatan tanah di daerah *interface*. Sedangkan R-inter adalah faktor reduksi besar kekuatan tanah pada daerah *interface* jika *option (Manual)* diambil.

For guidance: R-inter = 0,5 (clay – steel), 0,67 (sand – steel), 0,75 (clay – concrete), 0,8

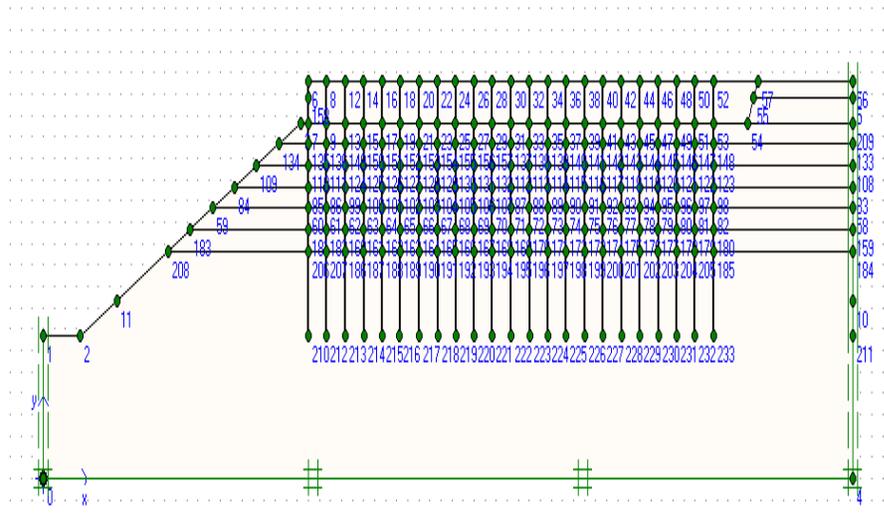
– 1,0 (*sand – concrete*). Kemudian δ -inter merupakan tebal daerah *interface*. Langkah selanjutnya dilakukan aplikasi data tanah pada model geoetri seperti pada Gambar 10.



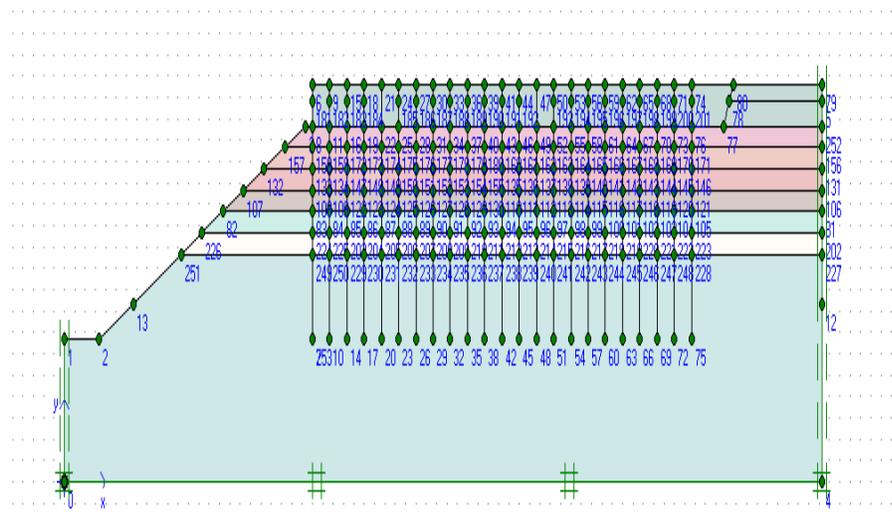
Gambar 7. Pemodelan Geometri Tanah.



Gambar 8. Pemodelan Tiang Pancang.

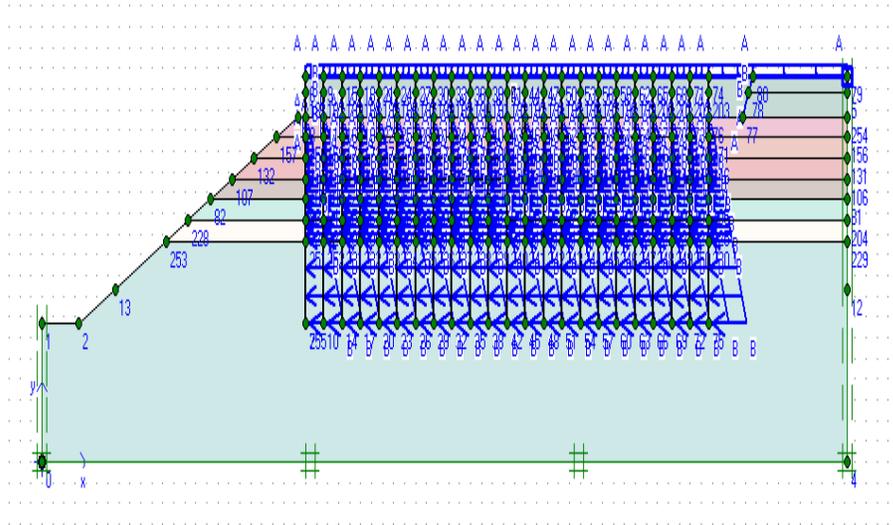


Gambar 9. Pengaplikasian *Standard fixities* pada Model Geometri.



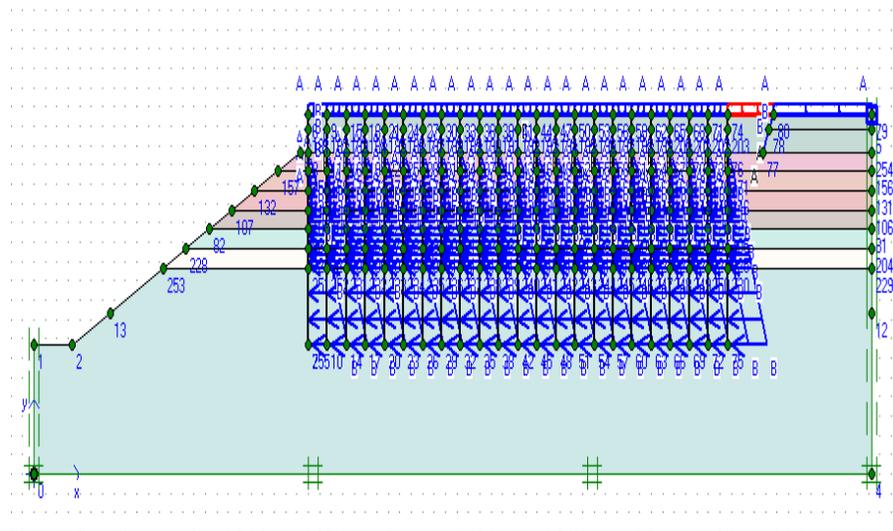
Gambar10. Pengaplikasian Data Tanah pada Model Geometri.

Selanjutnya adalah memberi keterangan jenis pembebanan dan besarnya. Pada kasus ini hanya ada satu pembebanan merata. Posisikan pembebanan seperti menggambar geometri atau bisa juga dengan memasukkan koordinat pembebanannya (Gambar 11).



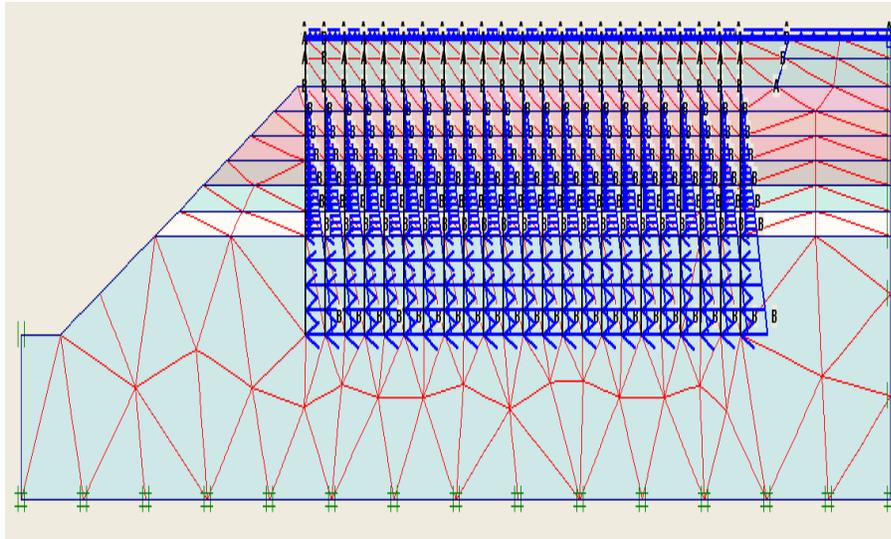
Gambar 11. Pemodelan Beban pada Tiang Pancang dan Balok.

Untuk memberi nilai besarnya pembebanan, maka dapat meng-klik pada garis beban, contohnya seperti Gambar 12.



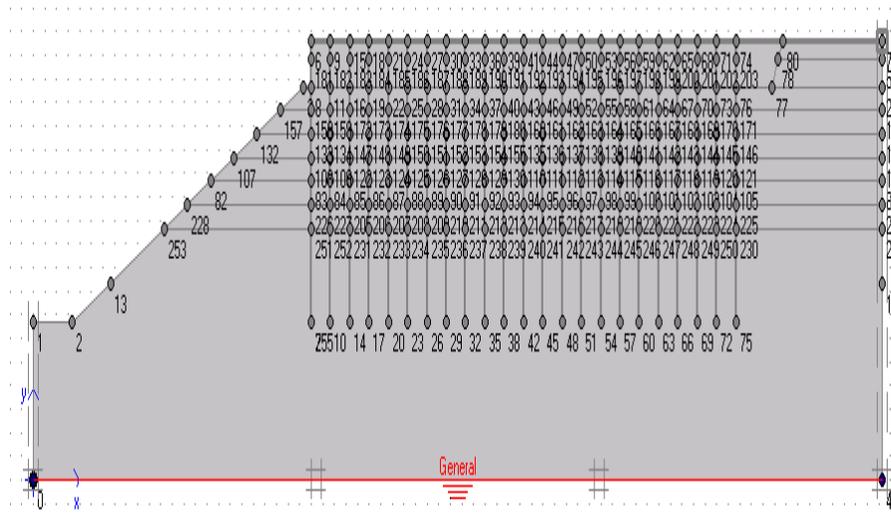
Gambar 12. Pemodelan Beban.

Setelah pendefinisian dan pengaplikasian data material selesai dilakukan, tahapberikutnya adalah membuat jaring elemen hingga pada model geometri. Sehingga akan muncul hasil seperti pada Gambar 13.



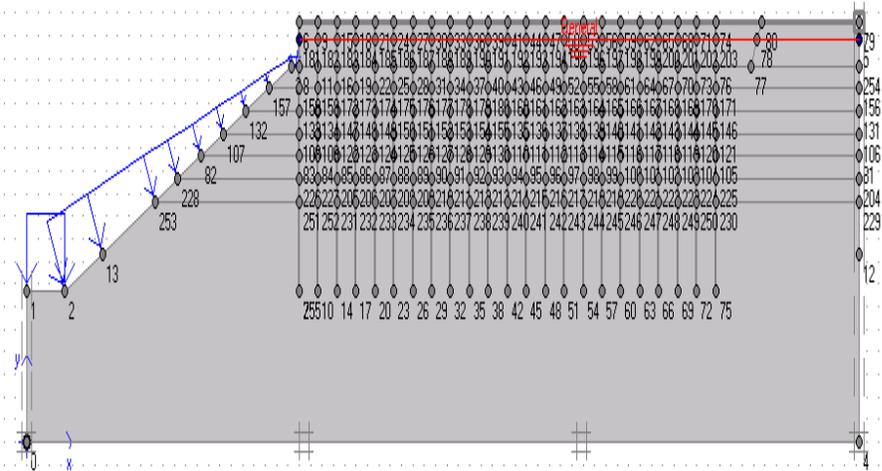
Gambar 13. Output Setelah Generate Mesh pada Lapisan Tanah.

Pada bagian ini harus didefinisikan kondisi awal, dimana belum ada galian dan perkuatan. Sehingga akan muncul seperti Gambar 14.

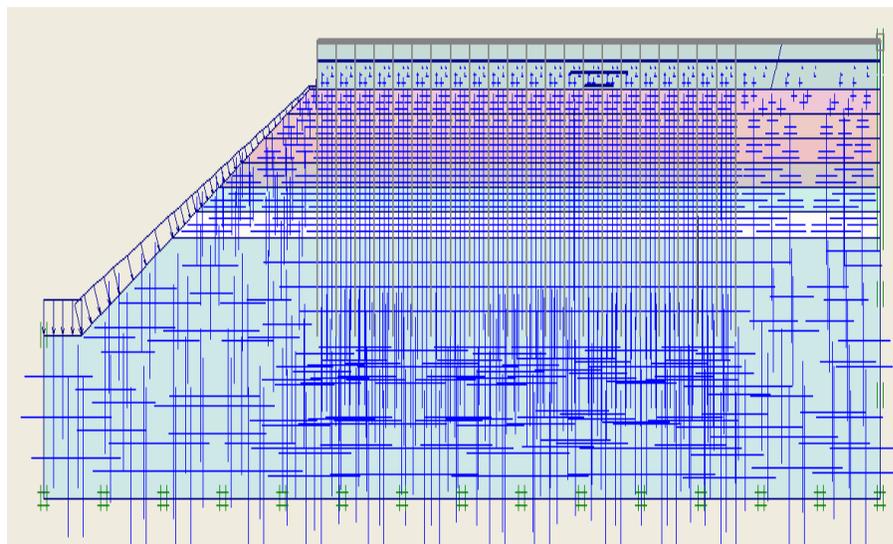


Gambar 14. Pendefinisian Kondisi Awal Tanah pada Perangkat Lunak Plaxis.

Pendefinisian muka air tanah pada 53,50 menggunakan *phreatic level* dapat dilihat pada Gambar 15. Gambar 16 menunjukkan besar tekanan air tanah yang bekerja.

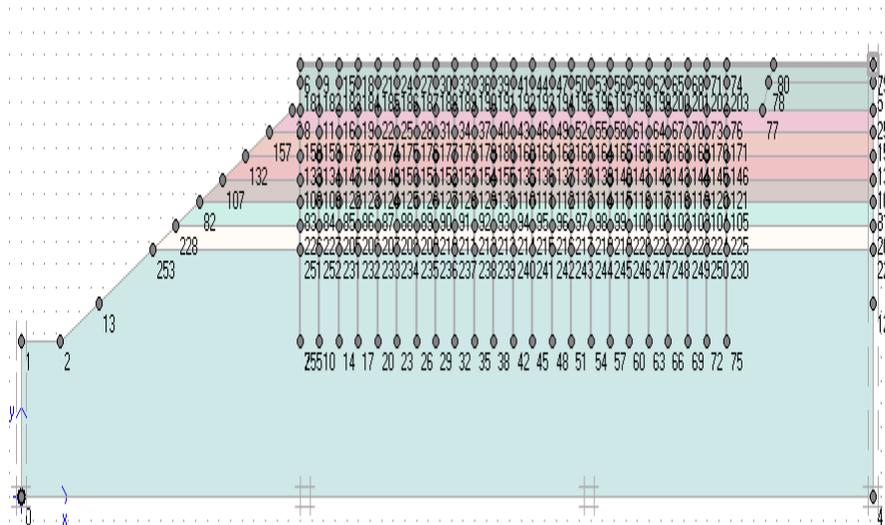


Gambar 15. Pendefinisian Muka Air Tanah pada Perangkat Lunak *Plaxis*.

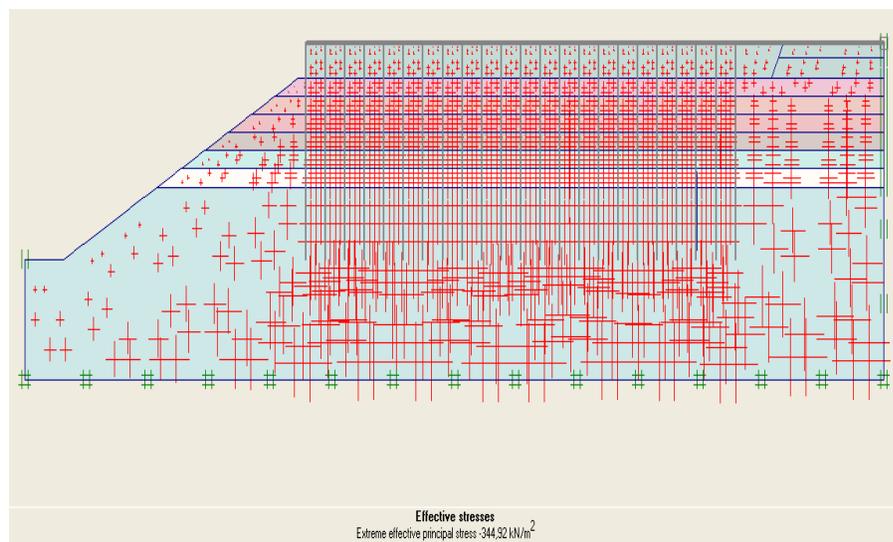


Gambar 16. Tekanan Air Pori Sesuai *Output Plaxis*.

Gambar 17 adalah pemodelan tanah asli sebelum penggalian dan pemancangan. Tegangan efektif tanah dasar yang bekerja dapat dilihat pada Gambar 18.

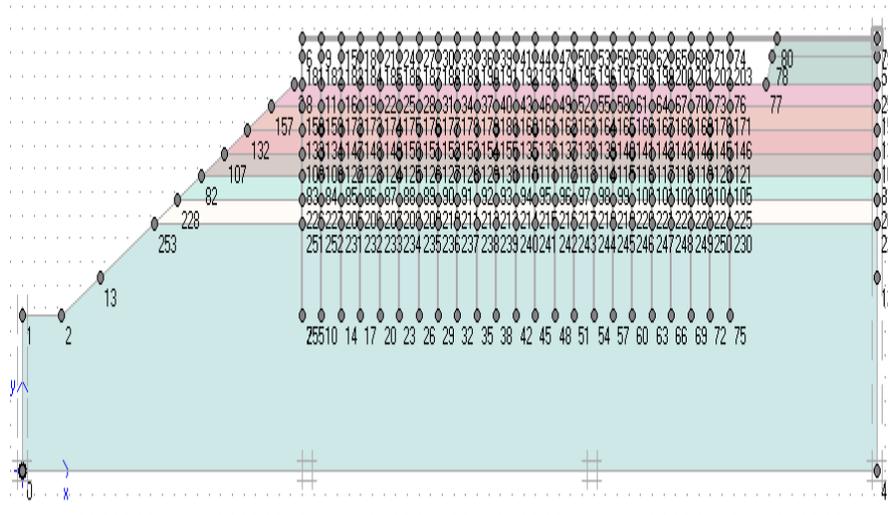


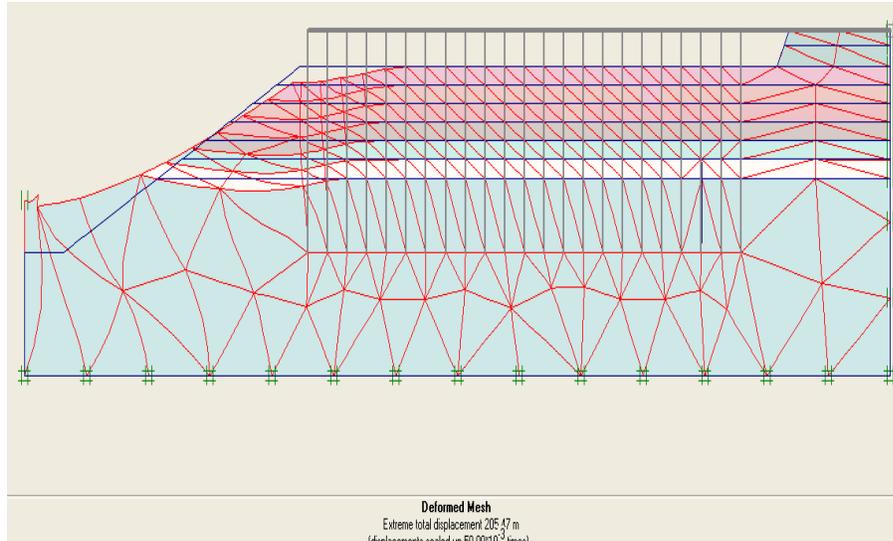
Gambar 17. Tanah Asli sebelum Penggalian dan Pemancangan.



Gambar 18. Tegangan Efektif Tanah Dasar yang Bekerja.

Setelah proses penggalian dapat dilihat pada Gambar 19.

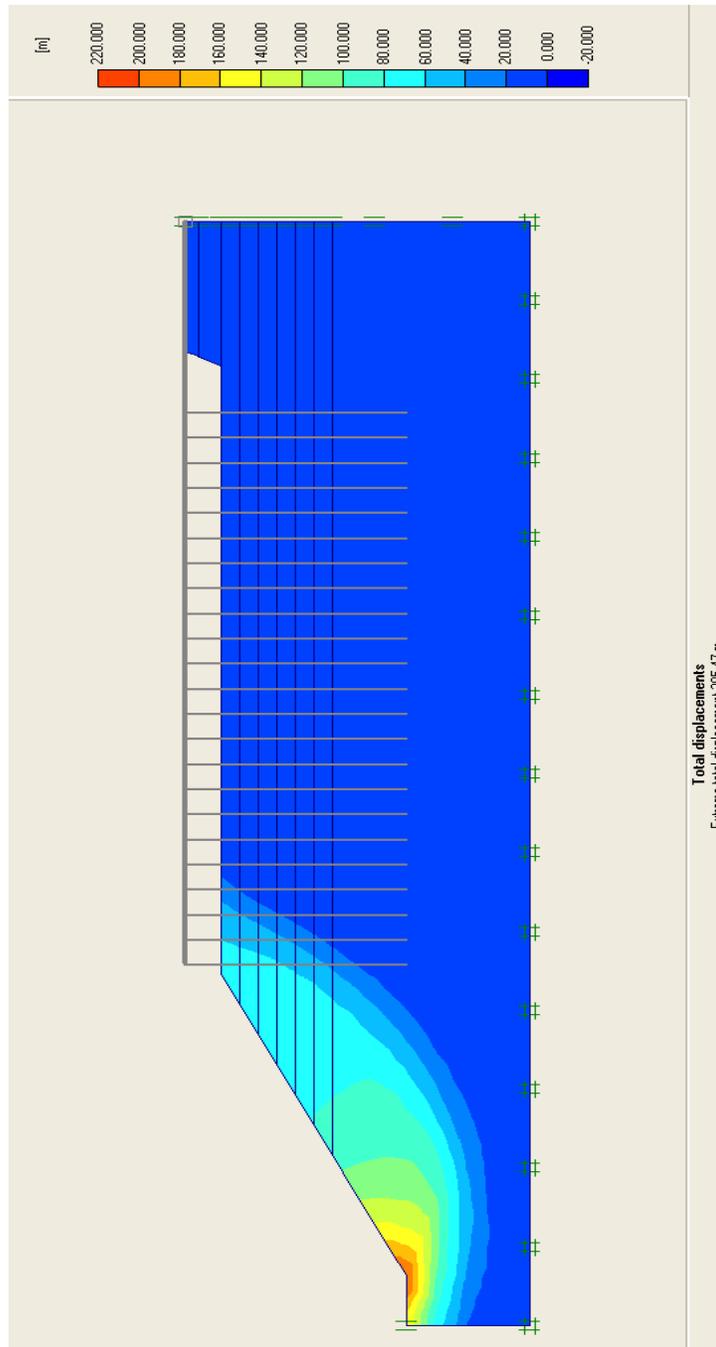




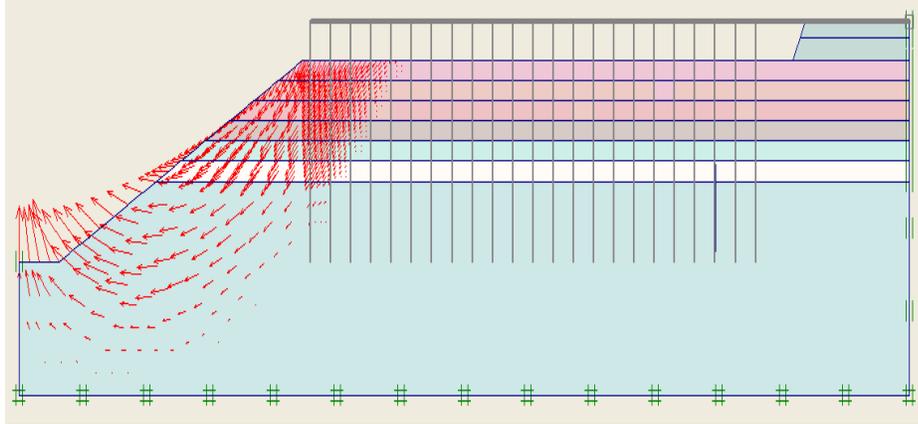
Gambar 21. Output deformasi Tanah, Tiang Pancang, dan Balok.

Berdasarkan *output*, nilai total pergeseran ekstrim dalam keadaan normal adalah 205,47 m. Faktor keamanan untuk stabilitas lereng terhadap penggalian dan beban air laut sebesar 1,8579. Faktor keamanan untuk stabilitas terhadap penggalian untuk keadaan normal diperoleh 2,3235 dan faktor keamanan untuk stabilitas terhadap pemancangan dan pembalokan saat kondisi normal sebesar 2,3478.

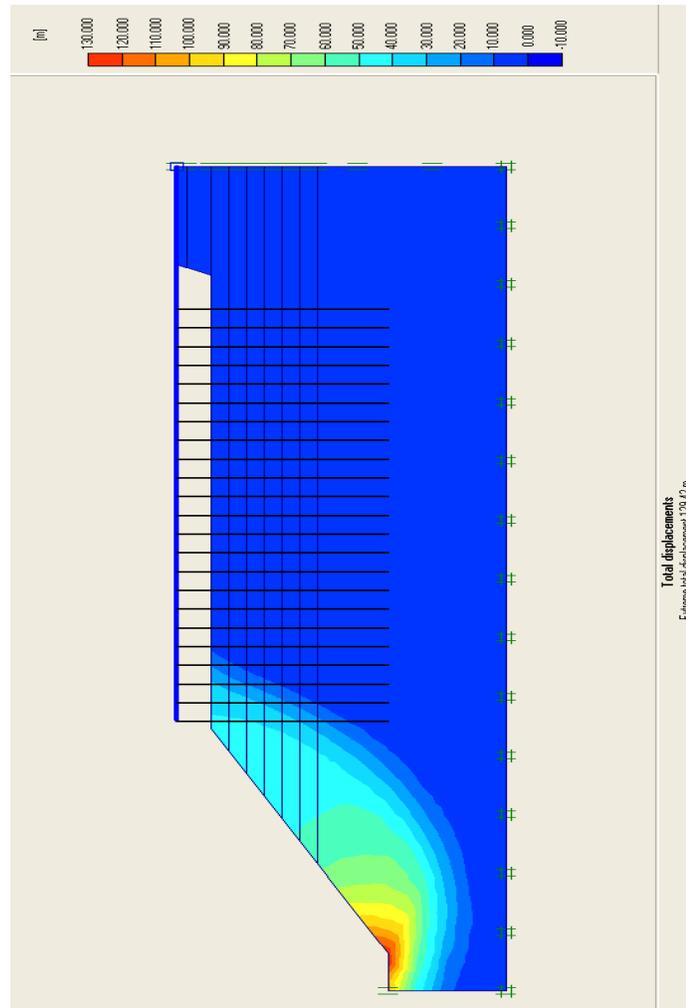
Perpindahan dan tegangan dan regangan yang terjadi terlihat pada Gambar 22. Gambar 23 menunjukkan arah keruntuhan yang terjadi pada keadaan normal



Gambar 22. Output deformasi Tanah.

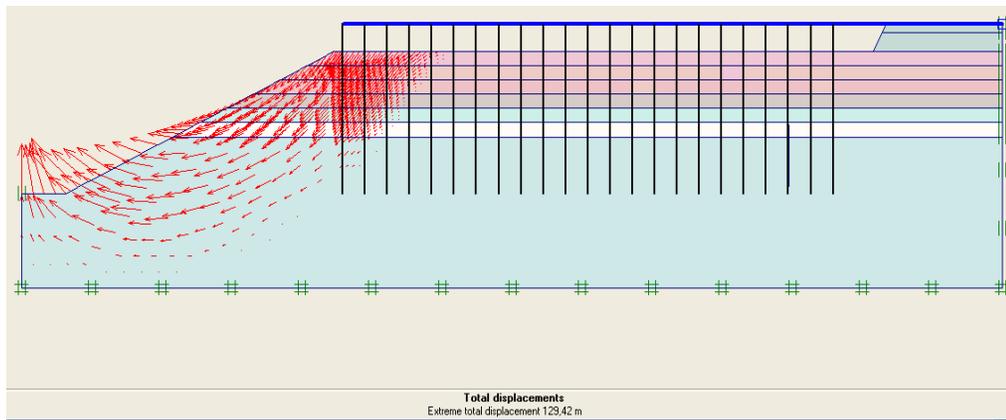


Gambar 23. Arah Keruntuhan yang Terjadi pada Keadaan Normal.



Gambar 24. Output deformasi Tanah karena Kenaikan Muka Air Laut.

Berdasar hasil Plaxis, total pergeseran ekstrim akibat kenaikan muka air laut adalah 129,42 m. Hasil perhitungan stabilitas lereng dengan beban, penggunaan tiang pancang, balok karena proses penggalian saat kondisi naiknya permukaan air laut dengan menggunakan program *Plaxis* didapat Σ -Msf adalah 2,3251. Hasil perhitungan stabilitas lereng saat naiknya permukaan air laut dengan beban, penggunaan tiang pancang, balok karena seluruh proses konstruksi dengan menggunakan program *Plaxis* didapat Σ -Msf = 2,3458. Lereng tersebut sangat aman, karena standar nilai faktor keamanan lereng adalah $FK \geq 1,2$. Selain Σ -Msf, dalam output juga dapat dilihat perpindahan dan tegangan-tegangan yang terjadi seperti terlihat pada Gambar 24 dan arah keruntuhan yang terjadi akibat kenaikan muka air laut dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Arah Keruntuhan yang Terjadi Akibat Kenaikan Muka Air Laut.

Rekapitulasi perhitungan stabilitas lereng pada kawasan Sambas, Pelabuhan Perikanan Nusantara Pemangkat, Kalimantan Barat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Lereng

Lereng	Nilai Σ Msf	Kesimpulan
Penggalian, Beban Air	1,8579	Aman
Dengan Beban, Penggalian, Pemancangan, Pambalokan (Keadaan Normal)	2,3478	Aman

Tabel 4.lanjutan.		
Dengan Beban, Penggalian, Pemancangan, Pambalokan (Keadaan Kenaikan Muka Air Laut - Akibat Pemanasan Global)	2,3458	Aman

4. SIMPULAN

Simpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Faktor Keamanan untuk stabilitas lereng terhadap penggalian dan beban air laut adalah $1,2 \leq FS_{Penggalian} = 1,8579$
2. Faktor Keamanan untuk stabilitas terhadap penggalian di bagi menjadi 2 bagian yaitu :
 - a. Faktor Keamanan untuk stabilitas terhadap penggalian normal $1,2 \leq FS_{Penggalian} = 2,3235$
 - b. Faktor Keamanan untuk stabilitas terhadap penggalian kenaikan muka air laut akibat pemanasan global $1,2 \leq FS_{Penggalian(PG)} = 2,3251$
3. Faktor Keamanan untuk stabilitas terhadap penggalian, pemancangan, dan pambalokan di bagi menjadi 2 bagian yaitu :
 - a. Faktor Keamanan untuk stabilitas terhadap pemancangan dan pambalokan normal $1,2 \leq FS_{Penggalian,Pemancangan,Pembalokan} = 2,3478$
 - b. Faktor Keamanan untuk stabilitas terhadap pemancangan dan pambalokan naikny amuka air laut akibat pemanasan global, yaitu $1,2 \leq FS_{Penggalian,Pemancangan,Pembalokan(PG)} = 2,3458$

Hasil dari faktor keamanan yang telah dianalisis dapat disimpulkan bahwa pemodelan tiang pancang pada geometri tanah dalam kondisi stabil dan aman dari bahaya erosi dan abrasi akibat kenaikan permukaan air laut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bowles, J. E., 1997. Foundation Analysis and Design. Erlangga. Jakarta

2. Das, B.M., 2006. Principles of Geotechnical Engineering Fifth Edition, Nelson, Canada.
3. Shore Protection Manual, 1984. Departemen of The Army, Coastal Engineering Reseach Center.
4. Triatmodjo, B., 1999. Teknik Pantai. Edisi kedua. Beta offset. Yogyakarta.
5. Triatmodjo, B., 2009. Perencanaan Pelabuhan. Beta offset. Yogyakarta.
6. Verruijt, A., 2004. Soil mechanics, Delft.

PENGARUH PENGGUNAAN PS BALL SEBAGAI PENGGANTI PASIR TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Ronald Simatupang, Naning Diyah Ulfaturosida

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha, Bandung

ABSTRACT

Development in the current structure is progressing very rapidly which took place in various fields. Concrete is one option as a structural material in building construction. But with increasing climate change needs an innovation in the world of construction to be able to create a concrete constituent materials friendly to the environment. One way to use the waste products of steel called a PS Ball. The purpose of this research is to knowing the effect of using PS Ball as a replacement of sand in to compressive strength. Result obtained from research performed is that the PS Ball can use as the replacement of sand in the mix concrete. The increase in compression strength of concrete when PS Ball as sand replacement is 1,16 from normal concrete.

Keyword: PS Ball, Compressive Strength, concrete, sand replacement.

1. PENDAHULUAN

Berbagai penelitian dan percobaan dibidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton. Teknologi bahan dan teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi masalah-masalah yang sering terjadi pada saat pengerjaan di lapangan. Dalam pembangunan gedung-gedung bertingkat tinggi dan bangunan lainnya sangat dibutuhkan beton dengan kekuatan yang tinggi, beton mutu tinggi adalah pilihan yang paling tepat.

Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan memberikan bahan pengganti. Dari beberapa bahan pengganti salah satunya adalah *PS Ball*, diharapkan dengan mengganti pasir beton dengan *PS Ball* dapat meningkatkan kuat tekan beton.

PS Ball sangat unggul dibanding pasir dalam hal kekuatan tekan, kekerasan dan *anti-weathering*. Strukturnya sangat kuat, tahan cuaca dan tidak mudah aus dengan bentuk bulat mengkilap. *PS Ball* cocok untuk berbagai penerapan berkat sifat fisik dan kimianya. Yang paling penting adalah fakta bahwa *PS Ball* tidak berbahaya dan ramah lingkungan yang dihasilkan oleh teknologi yang bebas pengaruh negatif terhadap lingkungan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh penggunaan *PS Ball* sebagai pengganti pasir terhadap kuat tekan beton. Persentase *PS Ball* yang digunakan sebagai pengganti pasir yaitu 5% - 50% dengan kenaikan setiap 5%. Kuat tekan beton (f_c') dalam penelitian ini sebesar 25 MPa.

2. TEORI

Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan dan lain sebagainya. Beton merupakan suatu kesatuan yang homogen. Beton didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air, dan semen. Dan bisa dengan bahan tambahan yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air.

Membuat beton sebenarnya tidaklah sederhana hanya sekedar mencampurkan bahan-bahan dasarnya untuk membentuk campuran yang plastis sebagaimana sering terlihat pada pembuatan bangunan sederhana. Tetapi jika ingin membuat beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang telah ditentukan karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton segar yang baik dan menghasilkan beton keras yang baik pula. Beton segar yang baik ialah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dan dapat dipadatkan.

Sifat-Sifat Umum Beton

Untuk keperluan perancangan dan pelaksanaan struktur beton, maka pengetahuan tentang sifat-sifat adukan beton maupun sifat-sifat beton setelah mengeras perlu diketahui. Sifat-sifat tersebut antara lain:

1. Tahan Lama (*Durability*)

Merupakan kemampuan beton bertahan seperti kondisi yang direncanakan tanpa terjadi korosi dalam jangka waktu yang direncanakan. Dalam hal ini perlu pembatasan nilai faktor air semen maksimum maupun pembatasan jumlah semen minimum yang digunakan sesuai dengan kondisi lingkungan. Sifat tahan lama pada beton dapat dibedakan dalam beberapa hal, antara lain sebagai berikut:

a. Tahan Terhadap Pengaruh Cuaca

Pengaruh cuaca yang dimaksud adalah pengaruh yang berupa hujan dan pembekuan pada musim dingin, serta pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering silih berganti.

b. Tahan Terhadap Pengaruh Zat Kimia

Daya perusak kimiawi oleh bahan-bahan seperti air laut, rawa-rawa dan air limbah, zat-zat kimia hasil industri dan air limbahnya, buangan air kotor kota

yang berisi kotoran manusia, susu, gula, dan sebagainya perlu diperhatikan terhadap keawetan beton.

c. Tahan Terhadap Erosi

Beton dapat mengalami kikisan yang diakibatkan oleh adanya orang yang berjalan kaki dan lalu lintas di atasnya, gerakan ombak laut, atau oleh partikel-partikel yang terbawa oleh angin dan air.

2. Kuat Tekan

Kuat tekan beton ditentukan berdasarkan pembebanan pada silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Rumus untuk menghitung kuat tekan beton yaitu :

$$f_c' = P / A \quad (1)$$

Dimana:

f_c' = Kuat tekan (MPa)

P = Beban tekan maksimum yang dapat ditahan (N)

A = Luas penampang silinder (mm)

3. Kuat Tarik

Kuat tarik beton jauh lebih kecil dari pada kuat tekannya, yaitu sekitar 10 % sampai 15 % dari kuat tekannya. Kuat tarik beton merupakan sifat yang penting untuk memprediksi retak dan defleksi balok. Rumus untuk menghitung kuat tarik beton yaitu:

$$f_{ct} = 2P / \pi L D_s \quad (2)$$

Dimana:

f_{ct} = Kuat tarik benda uji (MPa)

P = Beban tekan maksimum yang dapat ditahan (N)

L = Panjang benda uji (mm)

D_s = diameter benda uji (mm)

4. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan hubungan linier antara tegangan dan regangan untuk suatu batang yang mengalami tarik atau tekan. Semakin besar harga modulus ini maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi pada suatu tingkat pembebanan tertentu, atau dapat dikatakan material tersebut semakin kaku.

Modulus elastisitas dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = \sigma / \varepsilon \quad (3)$$

Dimana:

σ = Tegangan aksial searah sumbu benda uji (MPa)

ε = Regangan aksial

E = Modulus elastisitas beton (MPa)

Modulus elastisitas suatu material ditentukan oleh energi ikat antar atom – atom, sehingga besarnya nilai modulus ini tidak dapat dirubah oleh suatu proses tanpa merubah struktur bahan. Modulus elastisitas adalah kemiringan kurva tegangan regangan di dalam daerah elastis linier pada sekitar 40 % beban puncak. (*Ultimate load*) (Gere dan Timoshenko, 1997).

5. Rangkak (*creep*)

Merupakan salah satu sifat dimana beton mengalami deformasi terus menerus menurut waktu dibawah beban yang dipikul.

6. Susut (*Shrinkage*)

Merupakan perubahan volume yang tidak berhubungan dengan pembebanan.

7. Kemampuan dikerjakan (*Workability*)

Workability adalah bahwa bahan-bahan beton setelah diaduk bersama, menghasilkan adukan yang bersifat sedemikian rupa sehingga adukan mudah diangkut, dituang atau dicetak, dan dipadatkan menurut tujuan pekerjaannya tanpa terjadinya perubahan yang menimbulkan kesukaran atau penurunan mutu. Sifat mampu dikerjakan (*workability*) dari beton sangat terganggu pada sifat bahan, perbandingan campuran, dan cara pengadukan serta jumlah air. Dengan kata lain, sifat mudah dikerjakan suatu adukan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

- a. Konsistensi normal PC.
- b. Mobalitas, setelah aliran dimulai (sebaliknya adalah sifat kekasaran atau perlawanan terhadap gerak).
- c. Kohesi atau perlawanan terhadap pemisahan bahan-bahan.
- d. Sifat saling lekat (ada hubungannya dengan kohesi), berarti bahan penyusunannya tidak akan terpisah-pisah sehingga memudahkan pengerjaan-pengerjaan yang perlu dilakukan.

Perbandingan bahan-bahan ataupun sifat bahan-bahan itu secara bersama-sama mempengaruhi sifat dapat dikerjakan beton segar. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat mudah dikerjakan antara lain sebagai berikut:

- a. Banyaknya air yang dipakai dalam campuran aduk beton. Makin banyak air yang digunakan, makin mudah beton itu dikerjakan.

- b. Penambahan semen ke dalam adukan beton. Hal ini juga menambah kemudahan dikerjakan pada beton, karena biasanya penambahan semen diikuti dengan penambahan air untuk memperoleh harga faktor air semen tetap.
- c. Gradasi campuran agregat kasar dan agregat halus. Jika campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan sesuai dengan SNI 03-2834-2000, adukan beton akan mudah dikerjakan. Pemakaian butir-butir agregat yang bulat akan mempermudah cara pengerjaan beton. Pemakaian butir maksimum agregat kasar, akan berpengaruh terhadap kemudahan dikerjakan pada aduk beton.
- d. Cara pemadatan beton dan jenis alat yang digunakan. Jika pemadatan beton dilakukan dengan menggunakan alat mesin getar, maka tingkat kelecekkannya pun akan berbeda-beda jika dibandingkan dengan menggunakan alat yang lain.

PS BALL

Slag EAF merupakan produk samping dengan volume besar yang terbentuk dalam proses pembuatan baja (15 % sampai 20 % dari kapasitas baja cair) dimana masih mengandung sisa-sisa metal. Penanganan slag ini sebelumnya sulit dan metodenya tidak efisien.

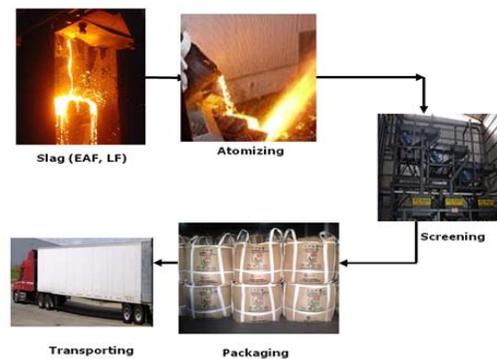
Teknologi slag atomizing (*Slag Atomizing Technology: SAT*) merupakan sistem baru untuk membentuk *slag* cair menjadi butiran kecil (*atomize*) dari *Electric Arc Furnace (EAF)* dengan efisiensi tinggi. Material hasil dari proses *SAT* berbentuk bola dengan diameter dan ukuran yang berbeda-beda, dan disebut *PS (Precious Slag) ball*.

SAT plant pertama beroperasi pada 1997 di Korea, sejak itu total kapasitas terpasang telah meningkat menjadi 1,12 juta ton. Kapasitas yang sedang dibangun dan diproyeksikan akan direalisasikan pada 2009 di Korea Selatan, Afrika Selatan, Malaysia, Thailand, Taiwan, Indonesia, Iran, Vietnam dan Amerika Serikat berjumlah 3,4 juta ton. Tanggal 1 Desember 2008 *SAT* Plant di PT Purna Baja Harsco (di dalam kawasan pabrik PT Krakatau *Steel*) mulai beroperasi, dengan kapasitas 5.000 ton per bulan.

SAT merupakan proses merubah *slag* cair (1500°C - 1550°C) menjadi bola-bola kecil dengan diameter berkisar antara 0,1 mm sampai 4,5 mm. Prosesnya berupa sistem hembusan angin berkecepatan tinggi dengan katalis dan air pada aliran *slag* cair yang ditumpahkan melalui *tundish* menuju *slag pitt*. Dengan bantuan air, aliran udara berkecepatan tinggi menghasilkan pertukaran panas yang cepat yang merubah aliran *slag* menjadi bola-bola (*PS Ball*) dengan permukaan yang mengkilap. Struktur *PS Ball* dipisahkan berdasarkan ukurannya dalam suatu mesin pengayak. *PS Ball* memiliki 4 ukuran dari butir kasar sampai dengan butir halus :

1. 4 - 10 MESH
2. 10 - 20 MESH
3. 20 - 40 MESH
4. 40 - 200 MESH

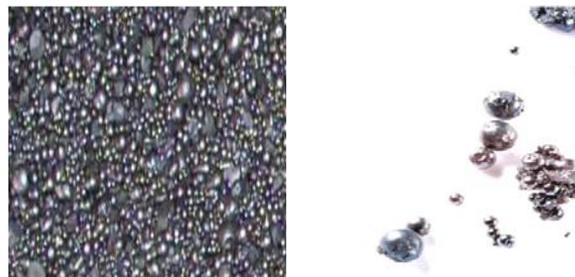
PS Ball produk ramah lingkungan hasil olahan limbah B3 yang dapat digunakan untuk material *blasting* sebagai pengganti pasir kuarsa. Pada Gambar 1 dapat dilihat proses produksi dari *PS Ball*.



Gambar 1. Proses Produksi *PS Ball*.

(sumber: P.T. Purna Baja Harsco)

Dalam proses *SAT*, *slag* cair didinginkan dengan cepat oleh udara dan air berkecepatan tinggi. Berbagai unsur tidak stabil membentuk $\text{CaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ dan $\text{Mg} - \text{Fe}_2\text{O}_3$. Tidak ada CaO bebas di dalam produk, dan permukaan akan mengkilap dengan adanya struktur spinel. Struktur spinel merupakan bentuk kombinasi dari $\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3$, CaO-SiO_2 . Pada Gambar 2 dapat dilihat bentuk butiran dari *PS Ball*.

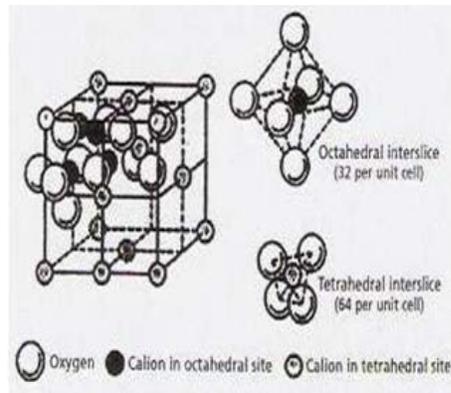


Gambar 2. Karakteristik *PS Ball*.

(sumber: P.T. Purna Baja Harsco)

PS Ball adalah singkatan dari *Precious Slag Ball*, material baru yang dihasilkan dari *slag EAF*. *PS Ball* memiliki permukaan mengkilap dengan struktur spinel yang stabil. *PS Ball* berbentuk bulat dengan diameter antara 0,1 sampai 4,5 mm, material dengan tidak ada kapur bebas.

PS Ball cocok untuk berbagai penerapan, berkat sifat fisik dan kimianya. Yang paling penting adalah fakta bahwa *PS Ball* tidak berbahaya dan ramah lingkungan yang dihasilkan oleh teknologi yang bebas pengaruh negatif terhadap lingkungan. Struktur kimiawi dari *PS Ball* dapat dilihat pada Gambar 3:



Gambar 3. Struktur Spinel *PS Ball*.
(sumber: P.T. Purna Baja Harsco)

Struktur spinel merupakan ciri utama material ini, struktur fisik dan kimia yang stabil yang menghilangkan alasan polusi. Nilai persentase kandungan kimiawi dari *PS Ball* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Kandungan Kimiawi PS Ball.

Kandungan Kimia	Nilai
T - Fe	20,83 %
M - Fe	< 0,10 %
FeO	3,35 %
Fe ₂ O ₃	26,06 %
SiO ₂	12,69 %
CaO	40,30 %
Al ₂ O ₃	2,20 %
MgO	7,95 %
Na ₂ O	< 0,10 %
Kekerasan	739,8 HVC
Diameter	0,1 - 4,5 mm
Massa Jenis	2,3 kg/l
Permeabilitas Air	530 cm/s
Kekuatan Tekan	323 kg/cm ³

(sumber: P.T. Purna Baja Harsco)

Karakteristik Penggunaan PS Ball

Karakteristik dari material *PS Ball* dibandingkan dengan material lain yang ada dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Material PS Ball.

<i>Classification</i>	<i>PS Ball</i>	<i>Sand</i>	<i>Garnet</i>	<i>Glass Bead</i>	<i>Stell Ball</i>
<i>Actual Specific Gravity</i>	3,45	2,62	4,2	2,6	7,2
<i>Mohs Hardness</i>	7,5	5,5	7,5	5	8,5
<i>Rockwell Hardness (HRC)</i>	43	30	40	28	50
<i>Brightness (quality grade)</i>	<i>Very good</i>	<i>Normal</i>	<i>Good</i>	<i>Normal</i>	<i>Very good</i>
<i>Reusability</i>	<i>1-3 times</i>	<i>One time</i>	<i>1-3 times</i>	<i>One time</i>	<i>5-7 times</i>

(sumber: P.T. Purna Baja Harsco)

Keuntungan Penggunaan *PS Ball*

PS Ball sangat unggul dibanding pasir dalam hal kekuatan tekan, kekerasan, dan *anti-weathering*. Strukturnya sangat kuat, tahan cuaca dan tidak mudah aus dengan bentuk bulat mengkilap.

Sebagai material baru, *PS Ball* memiliki keunggulan sifat-sifat fisik dan kimia yang memberikan kemampuan untuk berbagai penerapan yang luas, seperti pelapis genting *metal*, *manholes*, amplas, pemadatan jalan, bahan pemberat, peredam suara dan pelindung radiasi, campuran semen, bahan lantai, pemadat tanah, tiang pancang, pengolahan air dan air buangan, bahan *filter*, bahan lantai yang tidak licin, bata dan bahan beton prefabrikasi, ubin yang tidak mudah aus, campuran aspal, dan lain-lain.

PS Ball sebagai produk akhir sangat seragam (koefisien keseragaman: 1,22 dibandingkan dengan pasir: 1,64) dengan kekuatan tekan yang lebih besar (161 % lebih tinggi dari pasir), tingkat kekerasan 740 *Vickers* (62 *Rockwell*). *PS Ball* dapat digunakan sebagai pengganti *garnet* atau *copper slag* dan terkadang sebagai pengganti *steel ball* / *steel shot*. Dengan tingkat keseragaman tersebut dan kekuatan tekan yang kuat maka material *PS Ball* dapat digunakan dalam aplikasi teknik sipil. Dalam hal ini digunakan sebagai bahan pengisi atau sebagai bahan pengganti pasir dalam campuran beton untuk mendapatkan kuat tekan yang tinggi.

Beberapa keuntungan lainnya dalam penggunaan *PS Ball*:

1. *PS Ball* adalah jenis produk yang ramah lingkungan, aman dan bebas dari silika beracun atau kristal.
2. Rendah debu.
3. Produktivitas tinggi.

PS Ball sangat cepat memotong ke permukaan karena karakter bahan baku, kecepatan, kekerasan (7,5 *Mohs*) dan bentuk yang berdampak pada permukaan.

4. Konsumsi rendah.

SSPC SP – 6 / Sa 2 : 18 Kg/m²

SSPC SP – 10 / Sa 2,5 : 32 Kg/m²

SSPC SP – 5 / Sa 3 : 52 Kg/m²

5. Daur ulang.

PS Ball dapat digunakan 2 sampai 3 kali.

A. Diversifikasi Aplikasi *PS Ball*

PS Ball banyak sekali kegunaannya, antara lain:

1. *Abrasive Blasting Material*

PS Ball dapat digunakan sebagai pengganti Terak *Garnet* atau Tembaga dan terkadang dapat digunakan sebagai pengganti untuk *Steel Ball*.

2. *Weight Material*

PS Ball lebih berat daripada pasir, oleh karena itu dapat digunakan sebagai bahan pencampuran dalam pertimbangan.

3. *Casting Sand*.

PS Ball dapat digunakan sebagai *Casting Sand* untuk pengecoran logam *non-ferrous*, dengan sifat khusus seperti kekerasan, bentuk bulat, ukuran seragam dan efek *permeabel*.

4. Pengolahan Air.

Dengan bentuk yang seragam, *PS Ball* dapat digunakan sebagai media filtrasi untuk daur ulang pengolahan air limbah industri. Telah terbukti memiliki efisiensi lebih tinggi daripada pasir sungai untuk menghilangkan polusi.

5. *Roofing Granules*.

PS Ball dapat digunakan secara luas sebagai butiran tahan tinggi untuk menghasilkan atap aspal *herpes zoster*. Hal ini telah dibuktikan bahwa penampilan dan masa manfaat dari herpes zoster diterapkan dengan *PS Ball* lebih baik dari batu hancur.

6. Bahan *non-slip*.

PS Ball memiliki koefisien tinggi akan gesekan dan tahan lama untuk *slip*. Dengan penerapannya untuk menutupi jalan, *non-slip* efek dapat dicapai sangat dengan daya tahan abrasi.

7. Penguatan Bahan.

Karena properti khusus koherensi dengan aspal atau beton, dan daya tahan abrasi, *PS Ball* dapat digunakan sebagai Bahan Perbaikan atau Penguatan dengan efisiensi tinggi.

8. *Poly-concrete Material*.

PS Ball dapat digunakan sebagai salah satu bahan utama untuk produksi *Poly-concrete* beton. Penggunaan properti semen-ramah, penyerapan air rendah dan kekerasan, baik *Poly-con* produk dapat dibuat dengan penghematan biaya.

9. *Sand-pile Material*.

Untuk pengerasan tanah dari tepi pantai atau tepi sungai, biasanya pasir telah diterapkan untuk memompa air. Penggunaan *PS Ball*, dapat dilakukan dengan efisiensi tinggi karena kekerasan properti *PS Ball* memiliki bentuk seragam.

10. *Road Pavement Material*.

- a. Untuk Jalan Beton.

Campuran beton menggunakan *PS Ball* dapat mengurangi biaya semen dan campuran kimia. Selain itu, daya tahan akan sangat meningkat.

- b. Untuk Jalan Aspal.

Warna hitam jalan bisa bertahan lebih lama menggunakan *PS ball* dari jalan konvensional, dan daya tahan akan meningkat sangat.

11. *Permeabel Reaktif Material.*

Memfaatkan sifat kekerasan, bentuk seragam dan bola, *PS Ball* dapat digunakan sebagai Bahan Reaktif Permeable dalam limbah (makanan atau sampah) daerah pembuangan.

3. METODOLOGI

Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan agregat diperlukan untuk mendapatkan bahan campuran beton yang memenuhi spesifikasi material, dalam hal ini sesuai dengan SNI dan *ASTM*. Selain itu, pengujian material juga untuk menganalisis sifat dan karakteristik beton yang dibuat sesuai dengan kinerja tertentu yang diharapkan baik pada saat beton segar ataupun beton yang telah mengeras. Adapun pemeriksaan agregat yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Pengujian Kadar Air

Dalam campuran beton kadar air agregat dapat mempengaruhi banyaknya air yang dibutuhkan karena jika agregatnya tidak jenuh air, maka agregat akan menyerap air campuran beton. Sebaliknya air bebas pada permukaan agregat akan menjadi bagian air dari campuran beton.

Karena itu dalam perhitungan, keadaan jenuh kering permukaan *SSD (Saturated Surface Dry)* dipakai sebagai dasar campuran beton. Dengan mengetahui kadar air dari agregat, dapat ditaksir penambahan air dalam suatu adukan. Salah satu cara untuk menentukan kadar air ialah dengan mencari kehilangan berat pada agregat akibat pemanasan. Pada pengujian ini diperoleh kadar air agregat halus adalah 1,75 %.

Pengujian Berat Jenis (*specific gravity*) dan *Absorpsi*

Pengujian *specific gravity* dan absorpsi adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat kering jenuh permukaan agregat halus *SSD (Saturated Surface Dry)* dengan berat air suling yang volumenya sama dengan volume agregat halus dalam keadaan jenuh

pada temperatur tertentu. Selain itu juga, untuk mengetahui persentase berat air yang dapat diserap pori-pori agregat halus sampai dicapai keadaan jenuh kering permukaan. Jika nilai absorpsinya lebih kecil dari nilai kadar air, ini berarti agregat halus dalam keadaan kelebihan air. Menurut *ASTM C 127 - 84* dan *ASTM C 128 - 84*, nilai *specific gravity* untuk agregat halus harus berada antara 2,4 – 2,9. Hasil pemeriksaan analisis *specific gravity* dan *absorpsi* untuk agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Specific Gravity* (Berat Jenis) dan Absorpsi Kondisi SSD.

sampel	Agregat Halus
A. Berat Piknometer (gr)	348
B. Berat Contoh SSD (gr)	590
C Berat Piknometer + air (gr)	1290
D. Berat piknometer + contoh SSD + air (gr)	1638
E. Berat contoh SSD kering (gr)	565
<i>Apparent S.G</i> { $E/[E-(D-C)]$ }	2,60
<i>Bulk S.G</i> kondisi kering { $E/[B-(D-C)]$ }	2,33
<i>Bulk S.G</i> kondisi SSD { $B/[B-(D-C)]$ }	2,40
Persentase <i>Absorpsi</i> air [(B-E)/E] X 100 %	4,43 %

Pengujian Analisis Saringan

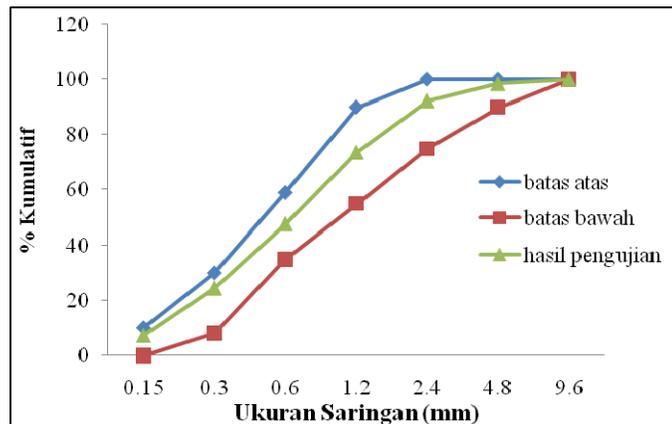
Pengujian gradasi dan modulus kehalusan butir adalah untuk mengetahui susunan besar butir agregat halus dan menghitung nilai modulus halus butir. Tingkat gradasi agregat halus sangat penting karena campuran pasir, semen, dan air berfungsi sebagai pelumas pada campuran beton sehingga menentukan kemudahan pengerjaan (*workability*) dan sifat kohesi dari campuran beton.

Menurut *ASTM C 33* batas nilai modulus kehalusan butir adalah antara 2,3 – 3,1. Jika nilai MHB kurang dari 2,3 berarti agregat tersebut terlalu halus dan harus diperbaiki dengan menambahkan agregat yang lebih kasar. Demikian juga jika nilai MHB lebih dari 3,2 berarti agregat tersebut terlalu kasar dan harus diperbaiki dengan menambahkan agregat yang lebih halus.

Pada pengujian ini diperoleh gradasi agregat halus masuk dalam daerah 2 dengan nilai modulus halus butir 2,5601. Hasil pengujian analisa saringan dan modulus halus butir untuk agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4.

Tabel 4. Analisis Saringan Agregat Halus.

Ukuran Saringan	Berat Tertahan	Berat Tertahan	Berat Tertahan Kumulatif	Berat Lolos Kumulatif
	(gr)	(%)	(%)	(%)
No.4 4,76 mm	15,6	1,56	1,56	98,44
No.8 2,40 mm	61,1	6,11	7,67	92,33
No.16 1,20 mm	186,4	18,64	26,31	73,69
No.30 0,60 mm	260	26,00	52,31	47,69
No.50 0,30 mm	231,4	23,14	75,45	24,55
No.100 0,15 mm	172,6	17,26	92,71	7,29
Pan < 0,15 mm	72,9	7,29	-	-
jumlah	1000	100,00	256,01	-



Gambar 4. Batas Gradasi Agregat Halus dalam Daerah Gradasi 2.

(Sumber: Grafik 4. SNI SNI 03-2834-2000)

Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat diperlukan untuk mendapatkan bahan campuran beton yang memenuhi spesifikasi material, dalam hal ini sesuai dengan SNI dan *ASTM*. Selain itu, pengujian material juga untuk menganalisis sifat dan karakteristik beton yang dibuat sesuai dengan kinerja tertentu yang diharapkan baik pada saat beton segar ataupun beton yang telah mengeras. Adapun pengujian agregat yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Pengujian Kadar Air

Dalam campuran beton kadar air agregat dapat mempengaruhi banyaknya air yang dibutuhkan karena jika agregatnya tidak jenuh air, maka agregat akan menyerap air campuran beton. Sebaliknya air bebas pada permukaan agregat akan menjadi bagian air dari campuran beton. Karena itu dalam perhitungan, keadaan jenuh kering permukaan *SSD (Saturated Surface Dry)* dipakai sebagai dasar campuran beton. Dengan mengetahui kadar air dari agregat, dapat ditaksir penambahan air dalam suatu adukan. Salah satu cara untuk menentukan kadar air ialah dengan mencari kehilangan berat pada agregat akibat pemanasan. Pada pengujian ini diperoleh kadar air agregat kasar adalah 3,63 %.

Pengujian Berat Jenis (*specific gravity*) dan *Absorpsi*

Pengujian *specific gravity* dan absorpsi adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat kering jenuh permukaan agregat kasar *SSD (Saturated Surface Dry)* dengan berat air suling yang volumenya sama dengan volume agregat kasar dalam keadaan jenuh pada temperatur tertentu. Selain itu juga, untuk mengetahui persentase berat air yang dapat diserap pori-pori agregat kasar sampai dicapai keadaan jenuh kering permukaan. Jika nilai absorpsinya lebih kecil dari nilai kadar air, ini berarti agregat kasar dalam keadaan kelebihan air. Menurut *ASTM C 127 - 84* dan *ASTM C 128 - 84*, nilai *specific gravity* untuk agregat kasar harus berada antara 2,4 – 2,9. Hasil pengujian analisis *specific gravity* dan *absorpsi* untuk agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Specific Gravity* (Berat Jenis) dan *Absorpsi* Kondisi *SSD*.

nama	Agregat Kasar
A. Berat Piknometer (gr)	348
B. Berat Contoh <i>SSD</i> (gr)	600
C Berat Piknometer + air (gr)	1467
D. Berat piknometer + contoh <i>SSD</i> + air (gr)	1815
E. Berat contoh <i>SSD</i> kering (gr)	570
<i>Apparent S.G</i> { $E/[E-(D-C)]$ }	2,56
<i>Bulk S.G</i> kondisi kering { $E/[B-(D-C)]$ }	2,26
<i>Bulk S.G</i> kondisi <i>SSD</i> { $B/[B-(D-C)]$ }	2,38
Persentase <i>Absorpsi</i> air [(B-E)/E] X 100 %	5,26 %

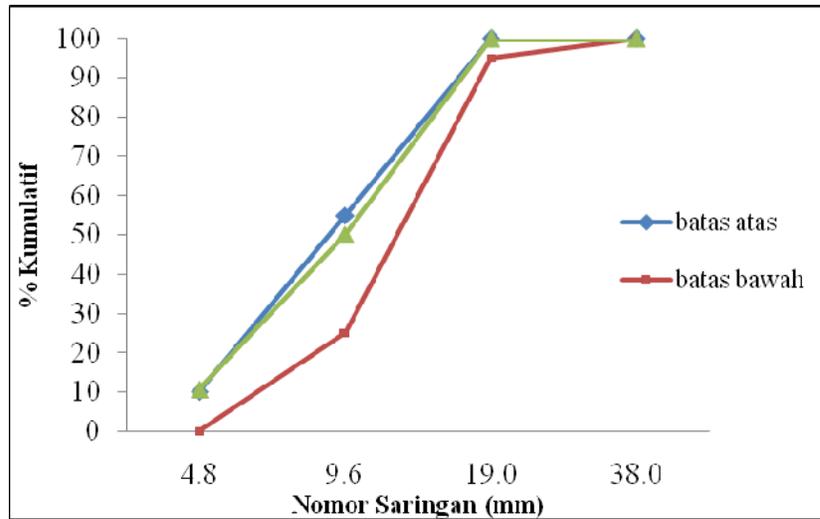
Pengujian Analisis Saringan

Pengujian gradasi dan modulus kehalusan butir adalah untuk mengetahui susunan besar butir agregat kasar dan menghitung nilai modulus kasar butir. Tingkat gradasi agregat kasar sangat penting karena campuran pasir, kerikil, semen, dan air berfungsi sebagai pelumas pada campuran beton sehingga menentukan kemudahan pengerjaan (*workability*) dan sifat kohesi dari campuran beton.

Pada pengujian ini diperoleh gradasi agregat kasar dengan nilai modulus halus kasar 7,393. Hasil pengujian analisa saringan, dan modulus kasar butir untuk agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 5.

Tabel 6. Analisis Saringan Agregat kasar.

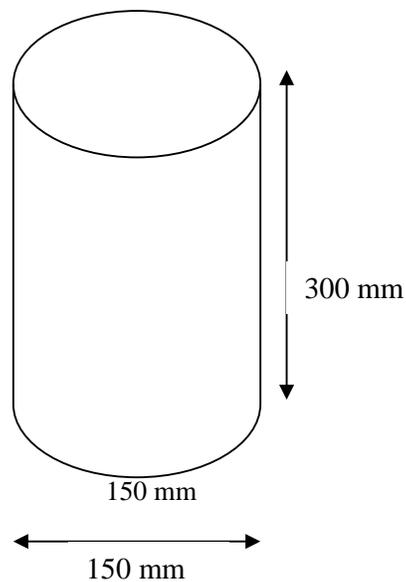
Ukuran Saringan	Berat Tertahan	Berat Tertahan	Berat Tertahan Kumulatif	Berat Lolos Kumulatif
	(gr)	(%)	(%)	(%)
37,5 mm	-	-	-	100
25,4 mm	-	-	-	100
12,7 mm	2000	50	50	50
9,5 mm	1573,67	39,34	89,34	10,66
4,75 mm	426,33	10,66	100	0
2,36 mm	0	0	100	0
1,18 mm	0	0	100	0
0,60 mm	0	0	100	0
0,3 mm	0	0	100	0
0,15 mm	0	0	100	0
PAN	-	-	-	-
Jumlah	4000	100	739,34	



Gambar 5. Batas Gradasi Agregat Kasar dalam Daerah Gradasi Ukuran 20 mm. (Sumber: Grafik 8. SNI SNI 03-2834-2000)

Benda Uji

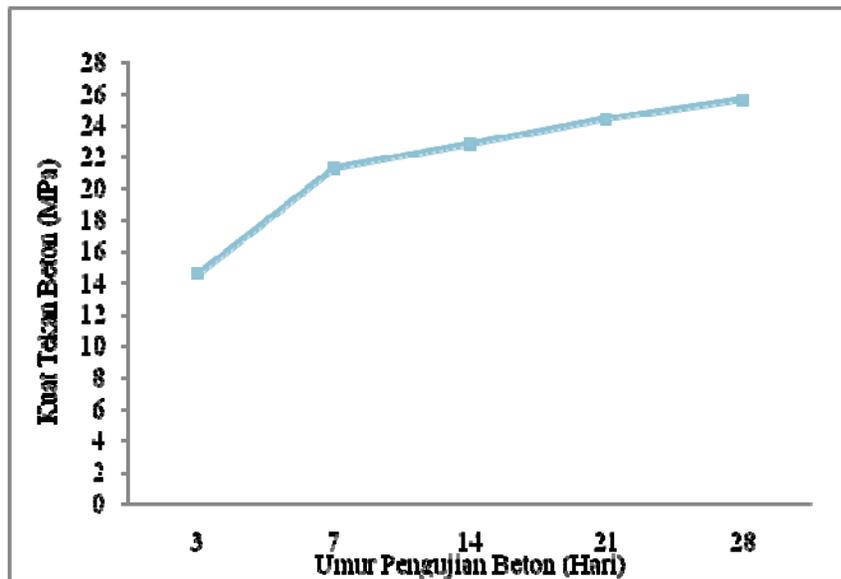
Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Gambar silinder dan cetakan benda uji dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Benda Uji Silinder.

4. ANALISIS

Pengujian benda uji dilakukan pada umur beton 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari untuk beton normal dan beton dengan menggunakan *PS Ball*. Berdasarkan hasil pengujian untuk beton normal didapatkan beton pada umur 28 hari sebesar 25,65 MPa dan sudah memenuhi target yang diinginkan yaitu sebesar 25 MPa, sehingga *mix design* dapat digunakan dalam campuran dengan menggunakan *PS Ball* sebagai bahan pengganti pasir sesuai dengan kadar yang telah ditentukan. Hasil pengujian beton normal dengan benda uji silinder dapat dilihat pada Gambar 7 dan Tabel 7.



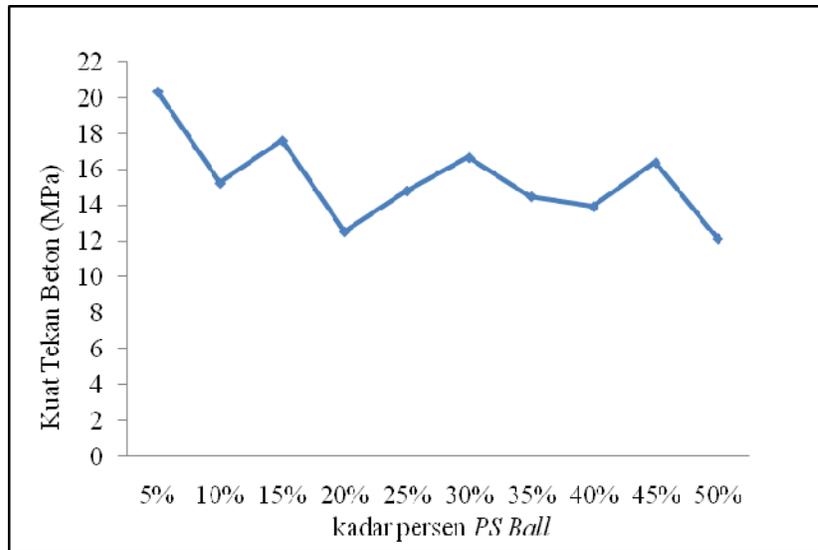
Gambar 7. Pengujian kuat Tekan Beton Normal.

Tabel 7. Kuat Tekan Rencana Beton Normal.

Beton normal kuat tekan rencana 25 MPa	Umur Rencana				
	3 hari	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
25	14,62	21,31	22,82	24,42	25,65

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat peningkatan kuat tekan beton dengan menggunakan *PS Ball* sebagai bahan pengganti pasir. Pada pengujian beton umur 3 hari dapat dilihat peningkatan kuat tekan yang dihasilkan. Peningkatan maksimum kuat tekan yang dihasilkan yaitu pada saat mengganti pasir dengan 5 % *PS*

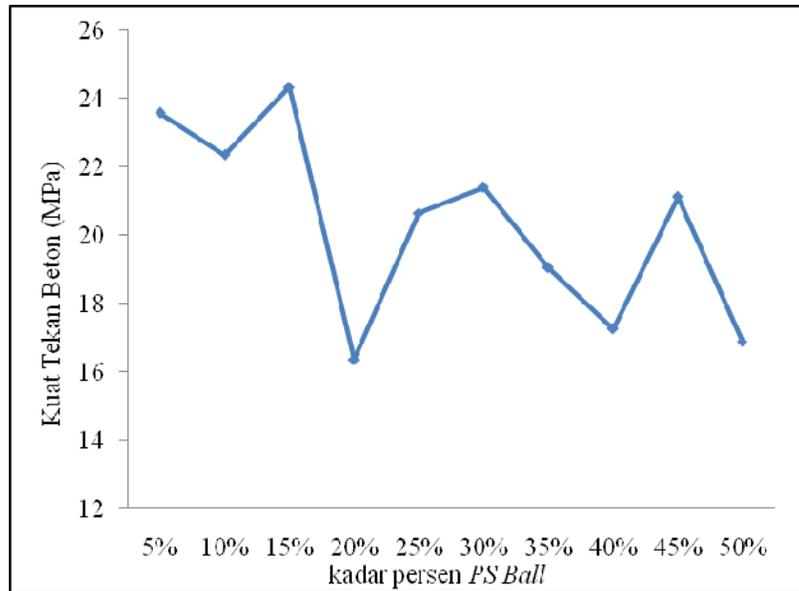
Ball ke dalam campuran beton. Kuat tekan yang dihasilkan sebesar 20,37 MPa dan dapat dilihat pada Gambar 8.



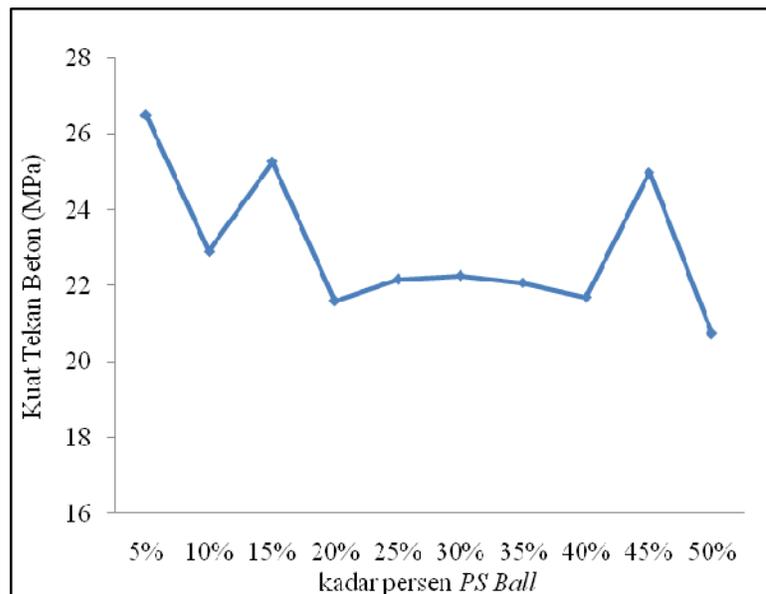
Gambar 8. Pengujian kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan *PS Ball* Sebagai Pengganti Pasir Pada umur 3 Hari.

Pada pengujian beton umur 7 hari dapat dilihat peningkatan kuat tekan yang dihasilkan. Peningkatan maksimum kuat tekan yang dihasilkan dapat di lihat pada Gambar 9.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat peningkatan kuat tekan beton dengan menggunakan *PS Ball* sebagai bahan pengganti pasir. Pada pengujian beton umur 14 hari dapat dilihat peningkatan kuat tekan yang dihasilkan. Peningkatan maksimum kuat tekan yang dihasilkan yaitu pada saat mengganti pasir dengan 5 % *PS Ball* ke dalam campuran beton. Kuat tekan yang dihasilkan sebesar 26,50 MPa. Nilai Kuat tekan umur 14 hari dapat di lihat pada Gambar 10.

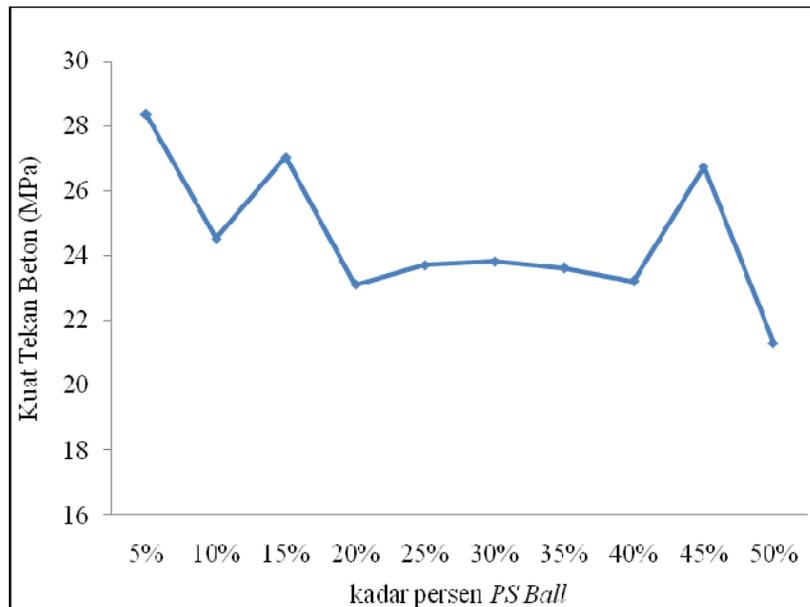


Gambar 9. Pengujian kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan *PS Ball* Sebagai Pengganti Pasir Pada umur 7 Hari.



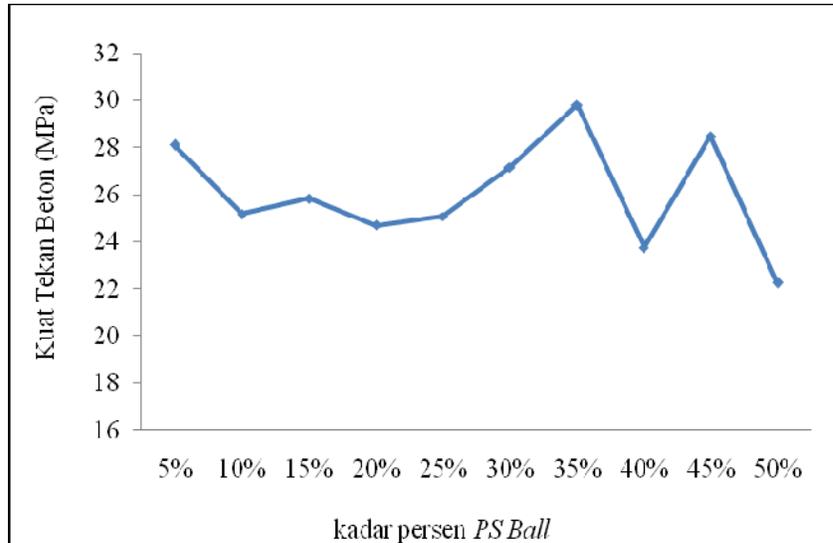
Gambar 10. Pengujian kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan *PS Ball* Sebagai Pengganti Pasir Pada umur 14 Hari.

Peningkatan maksimum kuat tekan yang dihasilkan yaitu pada saat mengganti pasir dengan 5 % *PS Ball* ke dalam campuran beton. Kuat tekan yang dihasilkan sebesar 28,36 MPa. Dibandingkan dengan kuat tekan beton pada saat umur 14 hari, kuat tekan beton pada umur 21 hari mengalami peningkatan dan dapat dilihat pada Gambar 11.



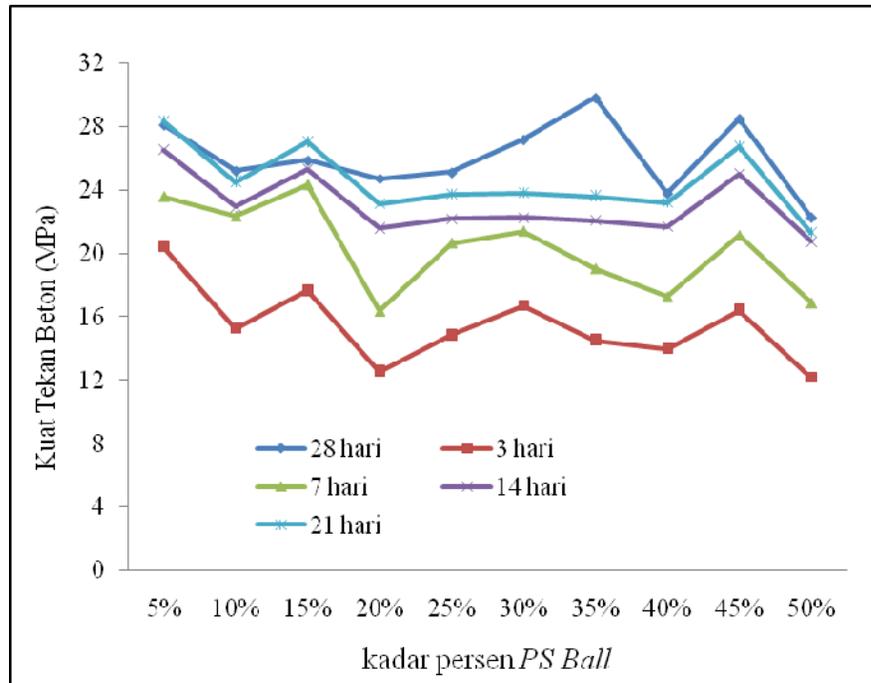
Gambar 11. Pengujian kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan *PS Ball* Sebagai Pengganti pasir Pada umur 21 Hari.

Pada pengujian beton umur 28 hari dapat dilihat peningkatan kuat tekan yang dihasilkan. Peningkatan maksimum kuat tekan yang dihasilkan yaitu pada saat mengganti pasir dengan 35 % *PS Ball* ke dalam campuran beton. Kuat tekan yang dihasilkan sebesar 29,80 MPa. Dibandingkan dengan kuat tekan umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 21 hari, pada kuat tekan umur 28 hari mengalami perbedaan. Kuat tekan maksimum bukan pada saat mengganti pasir dengan *PS Ball* dengan kadar 5 % melainkan dengan kadar yang jauh berbeda yaitu pada saat menggunakan *PS Ball* dengan kadar 35 % sebagai pengganti pasir. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengujian kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan *PS Ball* Sebagai Pengganti Pasir Pada umur 28 Hari.

Berdasarkan Gambar 13 dapat dilihat peningkatan kuat tekan beton dengan menggunakan *PS Ball* sebagai bahan pengganti pasir, peningkatan maksimum terjadi pada kadar *PS Ball* 35 %. Pada kadar 5 % dan 45 % terjadi peningkatan kuat tekan tetapi tidak sampai melebihi saat kadar 35 %. Pada kadar *PS Ball* 20 % terjadi penurunan kuat tekan yang signifikan. Dengan kadar *PS Ball* 50 % beton sudah mengalami penurunan kuat tekan jauh dibandingkan dengan kadar *PS Ball* yang lainnya. Kuat tekan maksimum pada saat umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 21 hari yaitu pada saat mengganti pasir dengan *PS Ball* sebanyak 5 %, sedangkan pada saat umur 28 hari kuat tekan maksimal terjadi pada saat mengganti pasir dengan *PS Ball* sebanyak 35 %.



Gambar 13. Perbandingan Kuat tekan Beton dengan Menggunakan PS Ball sebagai Bahan Pengganti Pasir.

Pada Tabel 8 dapat dilihat peningkatan kuat tekan beton pada umur 28 hari beton dengan menggunakan PS Ball sebagai pengganti pasir.

Tabel 8. Peningkatan Kuat Tekan Beton Sesuai Umur Beton (MPa).

umur beton (hari)	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %
3	20,37	15,28	17,64	12,56	14,85	16,69	14,52	13,96	16,41	12,17
7	23,58	22,35	24,33	16,37	20,65	21,41	19,05	17,26	21,13	16,88
14	26,50	22,92	25,28	21,60	22,16	22,26	22,07	21,69	24,99	20,75
21	28,36	24,52	27,05	23,11	23,72	23,82	23,61	23,21	26,74	21,31
28	28,11	25,18	25,84	24,71	25,09	27,16	29,80	23,77	28,48	22,26

Pada Tabel 9 dapat terlihat peningkatan kuat tekan beton umur 28 hari dibandingkan dengan beton normal yang didesain. Dan dapat terlihat bahwa peningkatan

kuat tekan beton optimum tercapai pada saat pasir digantikan dengan *PS Ball* sebanyak 35 % . Peningkatan yang terjadi sebanyak 1,16 kali dari kuat tekan beton normal yang diuji.

Tabel 9. Perbandingan Kuat Tekan Dengan Beton Normal.

No	Keterangan	Kuat Tekan (MPa)	Perbandingan kuat tekan dengan beton normal
1	beton normal	25,65	-
2	5 %	28,11	1,10
3	10 %	25,18	0,98
4	15 %	25,84	1,01
5	20 %	24,71	0,96
6	25 %	25,09	0,98
7	30 %	27,16	1,06
8	35 %	29,80	1,16
9	40 %	23,77	0,93
10	45 %	28,48	1,11
11	50 %	22,26	0,87

5. SIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari dalam penelitian ini yaitu Penggunaan *PS Ball* dapat digunakan dalam campuran beton sebagai pengganti pasir dalam campuran beton. Hasil pengujian beton dengan menggunakan *PS Ball* sebagai bahan pengganti pasir dalam campuran beton didapatkan nilai kuat tekan maksimum beton dengan mengganti pasir dengan *PS Ball* sebanyak 35 % *PS Ball* dan kuat tekan minimum beton pada kadar 50 % *PS Ball*. Hasil penelitian dengan menggunakan *PS Ball* sebagai bahan pengganti pasir pada campuran beton, didapatkan peningkatan sebesar 1,16 kali dari kuat tekan beton normal yang telah diuji pada kadar 35 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. *ACI 318-02, "Building Codes Requirement for Structural Concrete and Commentary", ACI Committee, 2002.*
2. *Annual book of ASTM Standart, Destignation C 22, "Test Method for Bulk Density (Unit Weight)".*

3. *Annual book of ASTM Standart, Destignation C 33 / 33 M, "Standart Specification for Concrete Aggregate"*.
4. *Annual Book of ASTM Standart, Destignation C 39a – 93, "Standart Specification for Concrete Agregat"*.
5. *Annual book of ASTM Standart, Destignation C 40, "Test Method for Organic Impurities In Fine Aggregates for Concrete"*.
6. *Annual Book of ASTM Standart, Destignation C 78 – 94, "Standart Practice for Making and Curing Concrete Test Specimen in Laboratory"*.
7. *Annual book of ASTM Standart, Destignation C 136, "Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates"*.
8. *Annual book of ASTM Standart, Destignation C 143, "Standart Test Method For Slump of Hydraulic Cement Concrete"*.
9. *Annual book of ASTM Standart, Destignation C 873, "Standart Test Method For Compressive Strength of Concrete Cylinders Cast In Place In Cylindrical Molds"*.
10. *Annual book of ASTM Standart, Destignation C 989, "Spec for Slag Cement For Use In Concrete and Mortars"*.
11. *ASTM A 706 M – 93a, "Standard Specification for Low-Alloy Steel Deformed Bars for Concrete Reinforcement", Annual Book of ASTM Standards, Volume 01.04, pp. 353-357.*
12. Aulia Hamzah, "Sifat Fisik dan Mekanik Beton Mutu Tinggi dengan Campuran Copper slag", Tugas Akhir S - 1, FTSP, ITS, 1999.
13. Idris dan Rifai, "Buku Beton", 2002.
14. <http://purnabajaharsco.blogspot.com>, diunduh September 2013
15. SNI 03– 2834 – 2000, "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal", 2000.
16. SNI 03 – 2847 – 2002, "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung", 2002.

SISTEM INFORMASI PENCATATAN MATERIAL UNTUK PENGADAAN BARANG MASUK DAN KELUAR

Maksum Tanubrata¹ Andya Basanta²

¹Dosen Tetap Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. drg. Suria Sumantri, MPH., No. 65, Bandung, 40164
Email : maksum.tanubrata150@gmail.com

²Alumnus Jurusan Teknik Sipil Program Double Degree (dengan Sistem Informasi)
Fakultas Teknik Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. drg. Suria Sumantri, MPH., No. 65, Bandung, 40164
Email: andyabasanta@gmail.com

ABSTRAK

Manajemen material pada proyek konstruksi sipil yang kurang baik seringkali mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek. Dapat ditemukan beberapa masalah di lapangan seperti pembuatan dokumentasi data pembelian & penggunaan material konstruksi dan laporan yang masih dilakukan secara manual, sulitnya di lapangan untuk mengecek ketersediaan material konstruksi dan dibutuhkannya proses autorisasi untuk mengeluarkan material konstruksi dari gudang. Untuk menyelesaikan masalah di atas, dibutuhkan bantuan dari bidang ilmu lain, dalam hal ini Sistem Informasi untuk membantu memajemen material pada sebuah proyek konstruksi. Dengan adanya Sistem Informasi dapat ditemukan masalah pada sistem di lapangan yang dinilai dapat dirubah, kemudian dibuat sebuah sistem baru untuk menyelesaikan masalah tersebut. Dengan adanya aplikasi dengan bahasa pemrograman Java ini diharapkan dapat membantu pihak – pihak yang bekerja pada sebuah proyek konstruksi untuk memajemen material di lapangan. Dengan menggunakan aplikasi ini manajemen material akan menjadi lebih mudah, cepat, aman, efisien, akan ada pengurangan dalam penggunaan kertas kerja dan pengurangan pekerjaan yang masih dilakukan secara manual.

Kata kunci : manajemen, material, informasi

ABSTRACT

Lack of good materials management in civil construction project can cause delay to the project. There are some issues in the field such as : manually created documentation of purchased & used construction materials and reports, how inconvenient it is to check the availability stock of construction materials, and the need of authorization to make some materials purchasing or carrying out construction materials from the warehouse. To solve these problems, helps from other disciple, in this case is System Information is needed to manage materials in a civil construction project. With System Information problems inside the system in the field which is considered must be changed can be found, and then make a new system that can solve these problems. With this Java language application, there is a hope that this application can helps people working on a civil construction project to manage materials in the field. Therefore with this application materials management will be easier, faster, more secure, more efficient, there will be reduced use of paperwork and lesser manual works done.

Keywords : management, material, information

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada sebuah proyek konstruksi, pengadaan material konstruksi di lapangan merupakan sebuah pekerjaan yang memiliki peranan sangat penting. Pengadaan material

konstruksi ditentukan oleh berbagai faktor seperti penjadwalan, jenis pekerjaan dan kebutuhan material.

Selain banyaknya faktor yang menentukan, banyaknya pihak yang terlibat dan bertanggung jawab dalam pengadaan material konstruksi serta prosedur – prosedur yang harus dilakukan membuat proses pengadaan material konstruksi menjadi sebuah pekerjaan yang rumit.

Melihat masalah ini, dibutuhkan sebuah aplikasi pencatatan material konstruksi, dimana aplikasi ini membantu pihak – pihak yang bekerja di lapangan untuk mencatat semua data material konstruksi serta data pengadaan material konstruksi baik itu material masuk maupun material keluar. Diharapkan juga dengan adanya aplikasi ini dapat mengurangi penggunaan kertas (*paperwork*) dan mengurangi pekerjaan yang dilakukan secara manual sehingga proses pengadaan material menjadi lebih efisien.

Tujuan

Setelah melakukan survei di lapangan untuk mengetahui proses pengadaan material konstruksi secara langsung dan mengetahui kekurangan dan kebutuhan di lapangan dibuatlah sebuah aplikasi pencatatan yang bertujuan untuk :

1. Membuat proses pencatatan material konstruksi di lapangan menjadi terintegrasi sehingga lebih cepat dan efisien
2. Mengurangi penggunaan kertas (*paperwork*) dan kebutuhan otorisasi(tanda - tangan) pada kertas dari pihak – pihak yang terlibat sehingga proses pengadaan material konstruksi menjadi lebih mudah.
3. Menghasilkan laporan pembelian dan / atau laporan penggunaan material harian dan / atau mingguan sesuai dengan kebutuhan

Ruang Lingkup

Batasan Masalah bidang Sipil:

1. Pengamatan ini dikhususkan pada pengadaan material konstruksi yang masuk dan keluar pada proyek konstruksi
2. Barchart atau penjadwalan proyek sudah tersedia sebelumnya untuk mengetahui material konstruksi yang dibutuhkan
3. Susunan organisasi dan prosedur pengadaan sudah ditentukan

Batasan masalah bidang Sistem Informasi:

1. Sistem Operasi : Microsoft Windows 7
2. Sistem Basis Data : MySql
3. Bahasa Scripting : Java
4. Editor Pemrograman : NetBeans

Batasan Aplikasi:

1. Hak akses adalah user yang telah terdaftar pada aplikasi
2. *User* dibagi menjadi 4 (empat) buah yaitu *Project Manager*, *Supervisor*, *Purchasing*, serta Gudang.
3. Setiap *User* memiliki akses yang berbeda ke dalam fitur aplikasi ini sesuai dengan tanggung jawab dan kebutuhannya masing – masing
4. Aplikasi ini tidak mencatat penjadwalan

2. TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen Proyek

Manajemen proyek dapat didefinisikan sebagai suatu proses dari perencanaan, pengaturan, kepemimpinan, dan pengendalian dari suatu proyek oleh para anggotanya dengan memanfaatkan sumber daya seoptimal mungkin untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolaan-pengelolaan lingkup kerja, waktu, biaya, dan mutu. Pengelolaan aspek-aspek tersebut dengan benar merupakan kunci keberhasilan dalam penyelenggaraan suatu proyek.

Dengan adanya manajemen proyek maka akan terlihat batasan mengenai tugas, wewenang, dan tanggung jawab dari pihak-pihak yang terlibat dalam proyek baik langsung maupun tidak langsung, sehingga tidak akan terjadi adanya tugas dan tanggung jawab yang dilakukan secara bersamaan (*overlapping*).

Apabila fungsi-fungsi manajemen proyek dapat direalisasikan dengan jelas dan terstruktur, maka tujuan akhir dari sebuah proyek akan mudah terwujud, yaitu:

1. Tepat Waktu
2. Tepat Kuantitas
3. Tepat Kualitas
4. Tepat Biaya sesuai dengan biaya rencana
5. Tidak adanya gejolak sosial dengan masyarakat sekitar
6. Tercapainya K3 dengan baik

Pelaksanaan proyek memerlukan koordinasi dan kerjasama antar organisasi secara solid dan terstruktur. Dan hal inilah yang menjadi kunci pokok agar tujuan akhir proyek dapat selesai sesuai dengan schedule yang telah direncanakan

Hierarki Organisasi Proyek dan *Job Description*

Definisi Hierarki Organisasi Proyek

Hierarki Organisasi Proyek atau *Organizing Analysis Table* (OAT) adalah susunan organisasi yang bertingkat mulai dari tingkat paling atas seperti pimpinan proyek sampai paling akhir misalnya pelaksana. Hierarki ini disusun dengan tujuan mempermudah pengelolaan dan alokasi SDM sesuai dengan tanggung jawab dalam organisasi proyek. Keberhasilan penyelenggaraan proyek biasanya ditunjang oleh organisasi dengan susunan dan program kerja, yang sasaran dan tujuannya tertata dengan baik.

Tanggung jawab personel dibagi berdasarkan tingkatan pada elemen pekerjaan. Tanggung jawab ini disesuaikan dengan kemampuannya dalam menangani beban tugas yang diberikan kepadanya. Personel mempunyai kemampuan dan keterampilan dengan tingkat pendidikan yang cukup, sehingga dapat bekerja untuk tugas – tugas mandiri atau bekerja dalam satu tim proyek untuk memecahkan masalah – masalah yang muncul selama berlangsungnya suatu proyek.

Personel yang bertanggung jawab pada pada masing – masing tingkatan ini, telah memahami tugas berdasarkan job description dan prosedur operasional pelaksanaan proyek, sehingga segala penyimpangan yang terjadi dapat dideteksi lebih awal dan memudahkan tindakan koreksi dengan melokalisasi personel tersebut serta memungkinkan manajemen melakukan pengendalian terhadap seluruh pekerjaan.

Job Description

Menurut Siswanto (2002:128) *Job Description* adalah catatan yang sistematis tentang tugas dan tanggung jawab suatu jabatan tertentu, yang ditulis berdasarkan fakta-fakta yang ada. Penyusunan catatan ini sangat penting, terutama untuk menghindari terjadinya perbedaannya pengertian, untuk menghindari terjadinya pekerjaan rangkap serta untuk mengetahui batas-batas tanggung jawab dan wewenang masing-masing jabatan.

Hal-hal yang perlu dicantumkan dalam Uraian Jabatan pada umumnya meliputi :

1. Identifikasi Jabatan, yang berisi informasi tentang nama jabatan, bagian dan nomor kode jabatan dalam suatu perusahaan
2. Ikhtisar Jabatan, yang berisi penjelasan singkat tentang jabatan tersebut; yang juga memberikan suatu definisi singkat yang berguna sebagai tambahan atas informasi pada identifikasi jabatan, apabila nama jabatan tidak cukup jelas
3. Tugas-tugas yang harus dilaksanakan. Bagian ini adalah inti dari Uraian Jabatan dan merupakan bagian yang paling sulit untuk dituliskan secara tepat. Untuk itu, bisa dimulai menyusunnya dengan mencoba menjawab pertanyaan-pertanyaan tentang apa dan mengapa suatu pekerjaan dilaksanakan, dan bagaimana cara melaksanakannya
4. Pengawasan yang harus dilakukan dan yang diterima. Bagian ini menjelaskan nama-nama jabatan yang ada di atas dan di bawah jabatan ini, dan tingkat pengawasan yang terlibat
5. Hubungan dengan jabatan lain. Bagian ini menjelaskan hubungan vertikal dan horizontal jabatan ini dengan jabatan-jabatan lainnya dalam hubungannya dengan jalur promosi, aliran serta prosedur kerja
6. Mesin, peralatan dan bahan-bahan yang digunakan
7. Kondisi kerja, yang menjelaskan tentang kondisi fisik lingkungan kerja dari suatu jabatan. Misalnya panas, dingin, berdebu, ketal, bising dan lain-lain terutama kondisi kerja yang berbahaya
8. Komentar tambahan untuk melengkapi penjelasan di atas

Sistem Informasi

Sistem Informasi dapat dibedakan menjadi dua jenis, sistem informasi manual dan sistem informasi berbasis computer (CBIS). CBIS selanjutnya akan disebut sebagai sistem informasi saja. Ada beberapa pendapat mengenai pengertian sistem informasi itu sendiri, antara lain :

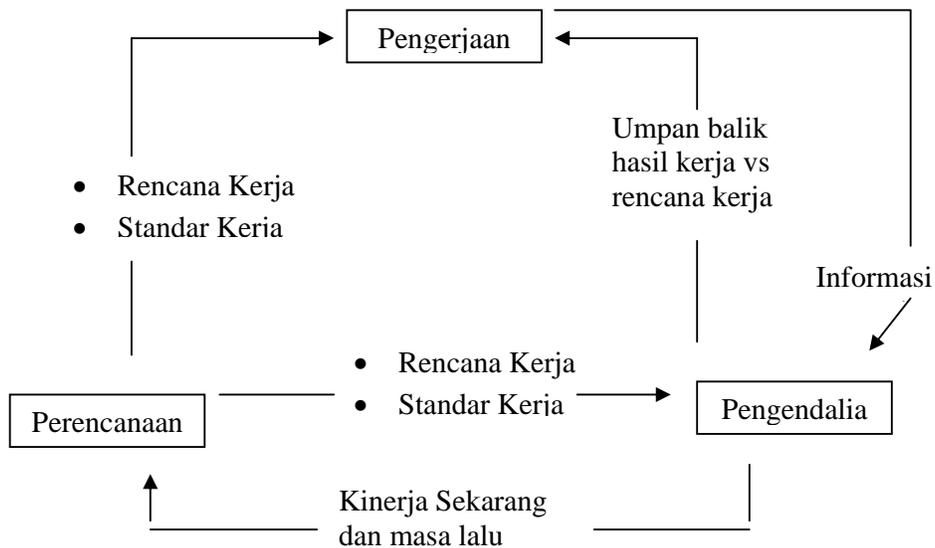
Tabel 1. Pengertian Sistem Informasi.

NO	PENCETUS	PENGERTIAN
1.	Gelinas, Oram, dan Wiggins (1990)	Sistem informasi adalah suatu sistem buatan manusia yang secara umum terdiri atas sekumpulan komponen berbasis komputer dan manual yang dibuat untuk menghimpun, menyimpan, dan mengelola data serta menyediakan informasi keluaran kepada para pemakai
2.	Alter (1992)	Sistem informasi adalah kombinasi antar prosedur kerja, informasi, orang, dan teknologi informasi yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan dalam sebuah organisasi
3.	Wilkinson (1992)	Sistem informasi adalah kerangka kerja yang mengkoordinasikan sumber daya (manusia , komputer) untuk mengubah masukan (<i>input</i>) menjadi keluaran (informasi), guna mencapai sasaran perusahaan
4.	Bodnar dan Hopwood (1993)	Sistem informasi adalah kumpulan perangkat lunak yang dirancang untuk mentransformasikan data ke dalam bentuk informasi yang berguna
5.	Turban, McLean, dan Wetherbe (1990)	Sebuah sistem informasi mengumpulkan, memproses, menyimpan. Menganalisis, dan menyebarkan informasi untuk tujuan yang spesifik

Tabel 1. Lanjutan.		
6.	Hall (2001)	Sistem informasi adalah sebuah rangkaian prosedur formal dimana data dikelompokkan, diproses menjadi sistem informasi, dan didistribusikan kepada pemakai

Sistem Informasi mempunyai beberapa peranan, antara lain :

1. Berpartisipasi dalam pelaksanaan tugas – tugas (otomasi).
2. Mengaitkan perencanaan, pengerjaan, dan pengendali dalam subsistem.
3. Mengkoordinasikan dan mengintegrasikan subsistem-subsistem.



Gambar 1. Hubungan Pengerjaan, Perencanaan, dan Pengendalian.

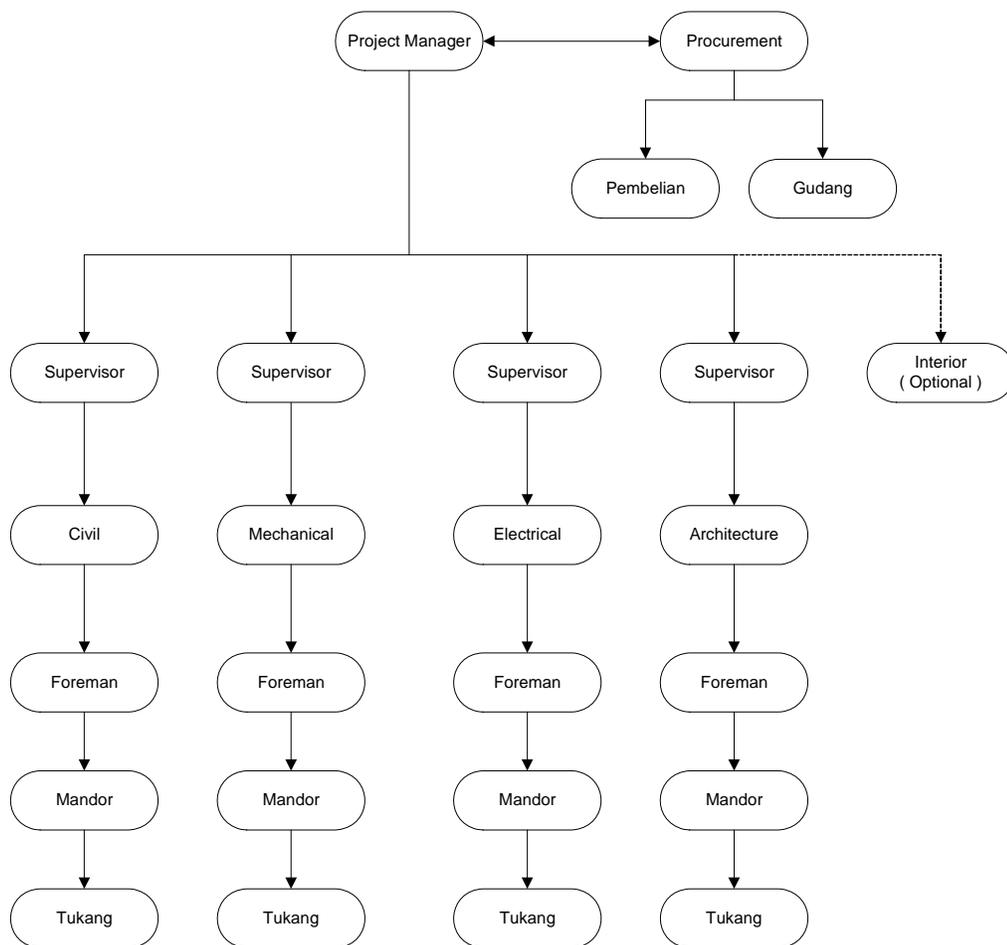
3. STUDI KASUS

Data Proyek

Nama Perusahaan : PT. Dago Endah
 Alamat Perusahaan : Jl. Lapangan Golf Atas
 Nama Pimpinan : Bapak Bambang Prihutomo
 Nama Proyek : Renovasi Lapangan Golf & Club House
 Alamat : Jl. Lapangan Golf Atas
 Jenis Konstruksi : Beton

Jenis Pondasi : Batu Kali
 Luas Tanah : 1300 m²
 Luas Bangunan : 2600 m²
 Jumlah Lantai : 2 Lantai
 Fungsi Proyek : Club House
 Kontraktor : PT. Wirabina Semarang
 Konsultan Pengawas : PT. Ceria Jasa
 Konsultan Arsitek : Bapak Andra Martin
 Nilai Proyek : Rp. 12.000.000.000,00

Susunan Organisasi Proyek



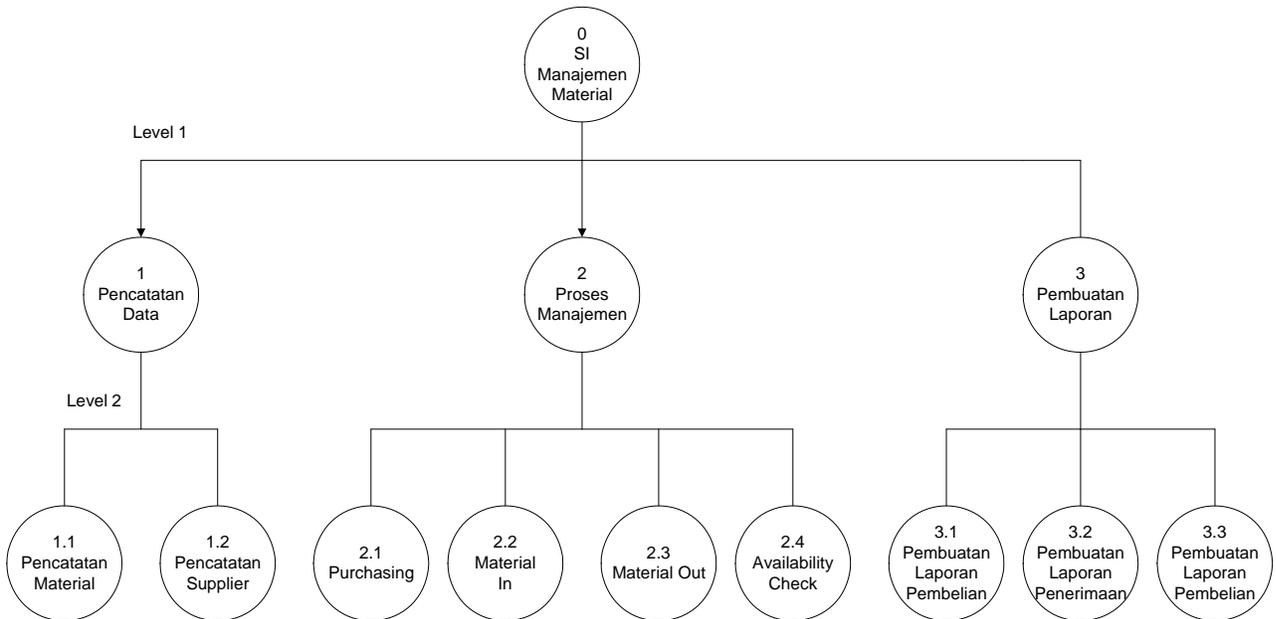
Gambar 2. Hierarki Organisasi Proyek Renovasi Lapangan Golf & Club House PT. Dago Endah.

3.1 Proses Bisnis

Dalam proses bisnisnya, pada pelaksanaan suatu proyek konstruksi memiliki kaitan yang sangat erat dengan material. Berhubungan dengan hal ini dibutuhkan sistem untuk memajemen material secara keseluruhan, sehingga setiap material dapat terdata dengan jelas dari sejak pembelian sampai dengan penggunaannya.

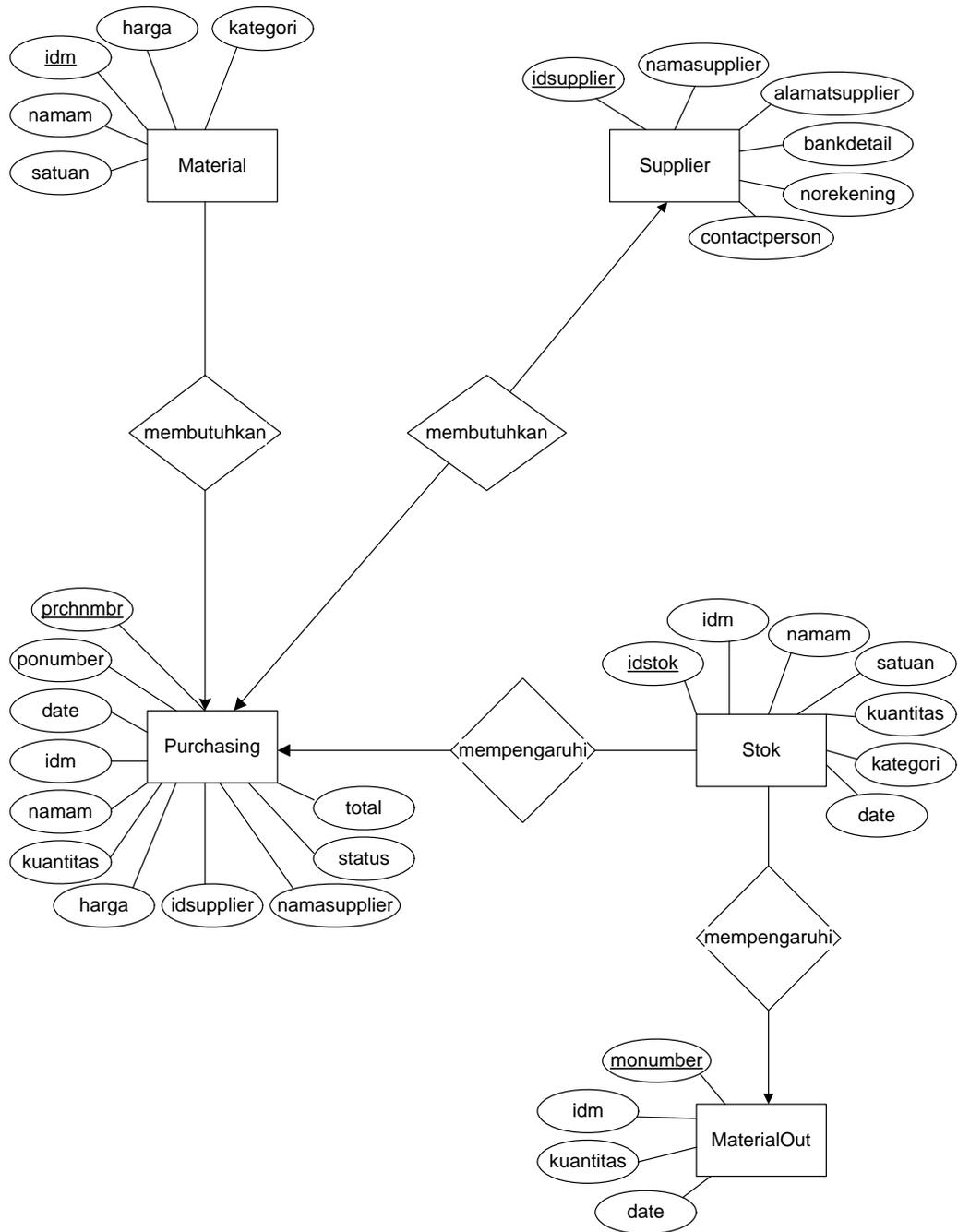
Pertama semua material dicatat kedalam sebuah database, begitu juga dengan daftar supplier yang akan mensuplai material tersebut. Setelah data material dan supplier terisi kemudian dilakukan pembelian material, sesuai kebutuhan di lapangan. Jumlah material dan tanggal pembelian serta total pembelian akan tercatat.

Kemudian saat material telah diantar, dilakukan penerimaan dan stok pada lapangan akan bertambah, dan bila ada pengeluaran maka stok di lapangan juga akan berkurang. Setelah semua data tercatat dapat dilakukan pencetakan laporan, sesuai dengan berbagai kebutuhan yang diperlukan dilapangan.



Gambar 3. Dekomposisi Sistem Informasi Manajemen Material.

Rancangan Diagram Entitas



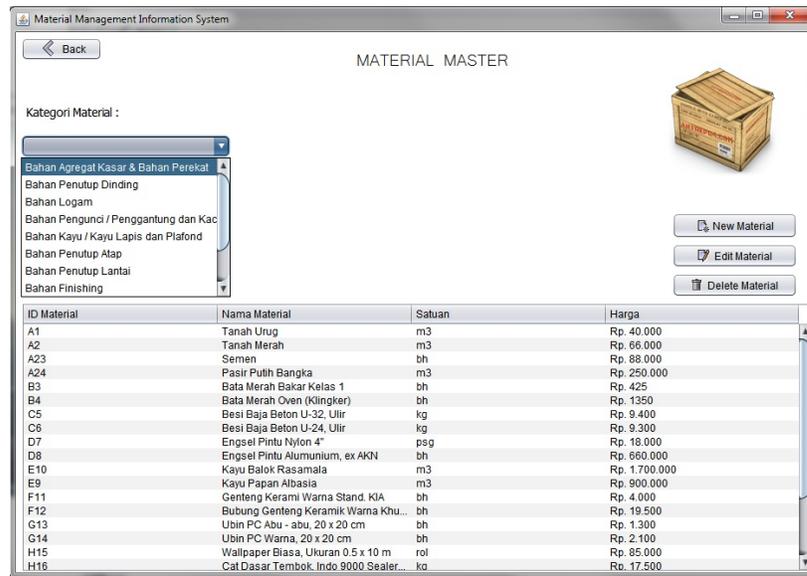
Gambar 4. Entity Relationship Diagram

4. HASIL TERCAPAI & EVALUASI

Main Form merupakan halaman utama dari aplikasi yang berisi *Material In*, *Material Out*, *Availability Check*, *Purchasing*, *Material Master*, *Supplier Master*, *Item Pekerjaan* dan *Reporting Button*. *Form* ini merupakan *form* utama sebelum *User* memilih untuk melakukan transaksi yang diinginkan. Berikut adalah contoh beberapa transaksi yang dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi ini,



Gambar 5. Main Form.



Gambar 6. Form Material Master.

Form Material Master merupakan salah satu contoh tampilan aplikasi yang akan muncul setelah User memilih transaksi *Material Master*. Data material diambil dari *database* dan ditampilkan disini, kemudian dapat dilakukan pencarian material sesuai dengan kategorinya . Selain itu juga dapat dilakukan pembuatan data material baru, perubahan atau penghapusan data material.

PURCHASING

Purchasing Order Number: P158
 Date of purchasing: Apr 23, 2014
 ID Material: G14
 ID Supplier: S1
 Material Name: Ubin PC Warna, 20 x 20 cm
 Supplier Name: PT. Karya Jaya
 Price: Rp. 2.100
 Quantity: 100 Satuan: bh

Table of Materials:

ID Material	Nama Material	Kuantitas	Satuan	Harga	Total	ID Supplier	Nama Supplier
A2	Tanah Merah	2	m3	Rp. 66.000	Rp. 132000	S1	PT. Karya Jaya
B3	Bata Merah Bakar K...	100	bh	Rp. 425	Rp. 42500	S1	PT. Karya Jaya
C5	Besi Baja Beton U-3...	39	kg	Rp. 9.400	Rp. 366600	S1	PT. Karya Jaya

Total Harga: Rp. 541100

Create Purchase Order

Gambar 7. Form Purchasing.

Form Purchasing merupakan salah satu contoh tampilan aplikasi yang akan muncul setelah *User* memilih transaksi *Purchasing*. Disini aplikasi mencatat semua data pembelian, baik dari data material yang dibeli, data supplier, tanggal pembelian dan secara otomatis dilakukan perhitungan harganya. *User* hanya tinggal memilih material yang ingin dibeli, jumlah pembelian, serta nama *supplier*.

LAPORAN PENGELUARAN MATERIAL HARIAN

Tanggal 15-Apr-2014

ID Material	Nama Material	Kuantitas	Stok	Satuan	Kategori Material
A23	Semen	5	5	bh	Bahan Agregat Kasar & Bahan

DIKELUARKAN OLEH	MENGETAHUI	MENGETAHUI

Gambar 8. Contoh Laporan dari Aplikasi.

Aplikasi ini juga dapat mencetak laporan secara otomatis. Laporan terdiri dari berbagai macam sesuai dengan kebutuhan, seperti laporan pembelian material, laporan pengeluaran material harian atau laporan pengeluaran material mingguan

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aplikasi Sistem Informasi Pencatatan Material untuk Pengadaan Barang Masuk dan Keluar bekerja dengan cara menyimpan dan mengolah data, sehingga mempercepat waktu pengerjaan data yang berlebihan dan tentunya lebih aman dan nyaman.
2. Aplikasi Sistem Informasi Pencatatan Material untuk Pengadaan Barang Masuk dan Keluar merupakan perbaikan dari sistem kerja manual yang berada di lapangan.
3. Keuntungan bagi perusahaan dengan adanya aplikasi ini memudahkan dalam manajemen material untuk jangka waktu yang panjang.
4. Keuntungan aplikasi ini bagi pihak – pihak yang terlibat di lapangan yaitu memudahkan dalam manajemen material yang ada di lapangan dan dapat digunakan untuk pembelajaran di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, 2000. *“Petunjuk Pendidikan Sarjana Strata I Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha Bandung”*.
2. Universitas Kristen Maranatha. (2007), *“Model Entity Relationship”*, Universitas Kristen Maranatha.
3. Universitas Kristen Maranatha. (2006), *“Pengantar Sistem Informasi”*, Universitas Kristen Maranatha.
4. Tanubrata, Maksum. *“Diktat Kuliah Rekayasa Pelaksanaan Konstruksi”*, Universitas Kristen Maranatha Bandung.
5. Fathansyah. (2001). *“Basis Data”*, Penerbit Informatika Bandung.
6. Husen, A., *“Manajemen Proyek”*, Penerbit ANDI Yogyakarta.
7. Hakim S.R., Sutarto., *“Mastering Java”*, Penerbit Elex Media Komputindo.

MENGAMATI KESELAMATAN PENUMPANG ANGKUTAN SUNGAI DAN DANAU

Budi Hartanto Susilo¹, Petrus Teguh Esha²

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. drg. Suria Sumantri, MPH., No. 65, Bandung, 40164
Email: budiharsus@yahoo.com

²Staf Teknik, Harandass Consultant, Jl. dr. Slamet No.11 Bandung 40131
Email: esha_stuff@yahoo.com

ABSTRAK

Tingkat kecelakaan angkutan sungai dan danau di Indonesia saat ini masih cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena kurangnya tingkat kelaikan angkutan yang di gunakan dan faktor manusia yang seringkali mengabaikan standar keselamatan yang ada. Selain itu sosialisasi dalam kesadaran berkeselamatan dalam transportasi sangat minim adanya yang berakibat kelalaian terhadap pengguna angkutan sungai dan darat. Dari hasil pengamatan di provinsi Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Bali, ternyata tiap wilayah telah mempunyai Perda dan peraturan lokal untuk menanggulangi bahaya kecelakaan angkutan sungai dan danau dengan istilah teknik yang berbeda, kedalaman dan keluasan peraturan termasuk perizinan yang berbeda pula. Di sisi yang lain mempunyai orientasi yang sama bahwa dalam hal perizinan angkutan sungai dan danau (ASD) merupakan PAD (Pendapatan Asli Daerah) sehingga ketegasan dalam penerapan keselamatan ASD menjadi lemah, seperti penggunaan baju pelampung, alat navigasi, dan lain-lain.

Kata kunci: keselamatan, angkutan sungai dan danau, manajemen, sarana, prasarana, SDM, penanganan.

1. PENDAHULUAN

Tingkat kecelakaan lalu lintas dan angkutan sungai dan danau di Indonesia saat ini masih cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena kurangnya tingkat kelaikan angkutan yang di gunakan dan faktor manusia yang seringkali mengabaikan standar keselamatan yang ada. Selain itu sosialisasi dalam kesadaran berkeselamatan dalam transportasi sangat minim adanya yang berakibat kelalaian terhadap pengguna angkutan sungai dan darat. Padahal kerugian akibat kecelakaan tersebut terkadang dirasakan teramat besar khususnya bagi para korban kecelakaan tersebut baik kerugian materi maupun kerugian jiwa.

Dengan semakin tingginya intensitas dan curah hujan, serta tingginya arus air mengakibatkan terganggunya aktivitas pelayaran kapal akibat cuaca buruk, perubahan arah angin, dan gelombang yang tinggi. Kondisi cuaca yang tidak memungkinkan, termasuk perubahan arah angin dapat menghambat aktivitas pelayaran dan mengganggu jadwal operasional kapal. Peningkatan resiko terjadinya kecelakaan kapal akan meningkat akibat kondisi cuaca, angin,

gelombang air, dan curah hujan yang tidak bersahabat. Semakin seringnya kasus kecelakaan kapal yang terjadi akhir-akhir ini merupakan salah satu bukti nyata bahwa perubahan iklim telah berdampak negatif terhadap sektor transportasi angkutan sungai dan danau (ASD) dan berakibat fatal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Ada beberapa kebijakan yang mengatur tentang keselamatan angkutan sungai dan danau, antara lain:

- 1) Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran
- 2) Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2010 Tentang Angkutan di Perairan
- 3) Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 2010 Tentang Kenavigasian
- 4) Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 Tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi, Dan Pemerintahan Daerah Kab/Kota

3. STUDI KASUS

3.1 Data Kecelakaan Angkutan Sungai dan Danau

Dari hasil kunjungan ke Dinas Perhubungan provinsi Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Bali, hanya Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Selatan yang memiliki data informasi kecelakaan angkutan sungai dan danau. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Selatan, telah cukup banyak terjadi kecelakaan angkutan sungai dan danau di provinsi Sumatera Selatan seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Kecelakaan Angkutan Sungai di Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2008 – 2012

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012
Jumlah Kecelakaan	2.026	2.218	2.494	3.111	2.806
Meninggal Dunia	1.067	1.051	1.057	1.332	1.232
Luka Berat	1.312	1.470	1.536	1.676	1.716
Luka Ringan	1.363	1.725	2.146	2.481	2.111
Kerugian Materill (jutaan rupiah)	12.197	10.368	14.821	34.419	16.440

Sumber: Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Selatan, 2012.

3.2 Fasilitas Alat-Alat Penyelamat

Dari hasil pengamatan di provinsi Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Bali, fasilitas alat-alat penyelamat seperti ban pelampung, baju pelampung, tali temali, dan sekoci tidak sepenuhnya tersedia di dalam kapal. Terlebih di Danau Batur, Bali, baju pelampung di berserakan begitu saja tidak digunakan (lihat Gambar 1). Padahal di keempat provinsi tersebut sudah ada standar perlengkapan keselamatan kapal angkutan sungai dan danau, tetapi pemeriksaan perlengkapan keselamatan tersebut belum dilakukan secara maksimal.



Gambar 1. Baju pelampung berserakan di pos petugas dermaga Danau Batur, Bali.

3.3 Kelayakan Kapal

Menurut informasi dari Dinas Perhubungan di masing-masing daerah, kapal angkutan sungai dan danau yang beroperasi sudah memenuhi standar kelayakan dan mengikuti prosedur serta manual uji berkala dan uji tipe. Akan tetapi tidak adanya standar yang mengatur masa layan kapal, sehingga kapal yang sudah berumur lama masih bisa beroperasi, tentunya hal ini sangat membahayakan penumpang.

3.4 Awak Kapal

Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Selatan telah menetapkan / memberlakukan standar untuk awak kapal khususnya bagi juru mudi yaitu berupa STK (Surat Tanda Kecakapan) atau Surat Keterangan Kecakapan Kapal Pedalaman (SKKKP)., seperti tampak pada Gambar 2. Meski sudah ada surat keterangan bagi juru mudi tersebut, kenyataannya masih ada juru mudi yang belum cukup umur. Hal ini tentunya membahayakan keselamatan penumpang kapal.

PEMERINTAH KOTA PALEMBANG
DINAS PERHUBUNGAN
Jalan Pangeran Sido Ing Luitan 35 Ilir Palembang Provinsi Sumatera Selatan
Telepon : (0711) 441175 Faksimile : (0711) 442547 Kode Pos: 30146
E-mail : Dishub_palembang@yahoo.co.id Website : www.dishub.palembang.go.id

Nomor : 551.31/ /Dishub/ 2013 Jenis : UMUM (NM)

SURAT KETERANGAN KECAKAPAN KAPAL PEDALAMAN

Kepala Dinas Perhubungan Kota Palembang bersama ini kami menerangkan bahwa seorang
Bernama : M. ALWI
Tempat tanggal / lahir : PALEMBANG / 08 MEI 1987
Alamat : Jl. P.S. Ing Kenayan . No 851. Rt/Rw. 18/06 Kelurahan Karang Anyar Palembang .

Diizinkan berlayar sebagai Nahkoda / Juru Mudi, Masinis / Juru Motor, Motoris di kapal pedalaman.
Dengan motor kekuatan - yang hanya dipergunakan untuk berlayar di perairan pedalaman dan pelabuhan sungai.
Surat keterangan kecakapan kapal pedalaman ini berlaku sampai dengan tanggal

29 JULI 2018

Pas photo

DIBERIKAN DI : PALEMBANG
PADA TANGGAL : JULI 2013

A.n. WALIKOTA PALEMBANG
KEPALA DINAS PERHUBUNGAN
KOTA PALEMBANG

H. MASRIPIN HM.TOYIB, SE, MSI
Pembina Utama Muda
NIP. 19590213 198003 1 002

Gambar 2. Surat Keterangan Kecakapan Kapal Pedalaman (SKKKP).

3.5 Dermaga

Kondisi dermaga tentunya diperhatikan juga demi keselamatan penumpang. Kondisi dermaga yang rusak sangat membahayakan penumpang, seperti yang ada di Danau Batur, Bali (lihat Gambar 3.)



Gambar 3. Kondisi dermaga di Danau Batur, Bali.

Dermaga lainnya di Bali, yaitu dermaga kayu di Desa Kedisan sudah kurang memadai untuk menaikkan dan menurunkan penumpang (lihat Gambar 4). Apalagi Dermaga Kedisan merupakan dermaga induk dan merupakan pintu gerbang menuju objek wisata Desa Trunyan (ke kuburan). Oleh karena itu perlu mendapatkan perhatian untuk diperbaiki seiring dengan penataan kawasan dermaga untuk menunjang objek kepariwisataan. Begitu juga dengan dermaga beton yang ada di Desa Trunyan kondisinya saat ini dengan pasangannya air danau sudah berada di bawah permukaan air sehingga tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya (lihat Gambar 5).



Gambar 4. Dermaga Kayu di Desa Kedisan.



Gambar 5. Dermaga Beton di Desa Trunyan.

Selain itu, dermaga beton yang berada di kuburan Desa Trunyan kondisinya sama dengan yang ada di Desa Trunyan (lihat Gambar 6). Begitu pula dengan kondisi dermaga kayu yang berada di kuburan Desa Trunyan sudah tidak

dapat dipergunakan lagi karena sudah rusak berat (lihat Gambar 7). Hal ini perlu mendapat perhatian untuk perbaikan mengingat dermaga kayu yang berada di depan kuburan Desa Trunyan selain untuk fasilitas pariwisata, dermaga ini dipergunakan oleh masyarakat Trunyan di saat ada upacara keagamaan (ngaben).



Gambar 6. Dermaga Beton di Kuburan Desa Trunyan.



Gambar 7. Dermaga Kayu di Kuburan Desa Trunyan.

Tidak hanya kondisi beberapa dermaga di kawasan Danau Batur yang rusak, tetapi masih ada bangunan lainnya yang kondisinya sudah kurang baik, seperti ruang tunggu Dermaga Kedisan yang sudah tidak representatif (lihat Gambar 8), serta kondisi pos jaga di Desa Trunyan yang sudah rusak berat (lihat Gambar 5.9).



Gambar 8. Ruang Tunggu Dermaga Kedisan.



Gambar 9. Pos Jaga di Desa Trunyan.

Secara rinci, hasil pengamatan dan pengumpulan data yang diperoleh dari provinsi Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Bali, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan dan Pengumpulan Data.

No.	Nama Instansi	Indikator			
		Kordinasi antar instansi terkait	Pedoman struktur organisasi dan tata kerja	Peraturan setempat yang mendukung kinerja keselamatan	Program keselamatan ASD
1	Dishub Sumsel	Ada	Ada	Ada	Ada
2	Dishub Palembang	Ada	Ada	Ada	Ada
3	STTD Palembang	Ada	Ada	Ada	Ada
4	Dishub Kalsel	Ada	Tidak ada	Tidak ada	Ada
5	Dishub Banjarmasin	Ada	Ada	Ada	Ada
6	Dishub Sumut	Ada	Ada	Ada	Ada
7	UPTD Ajibata Kab. Tobasa	Ada	Ada (tidak terstruktur)	Ada	Ada
8	Dishub Tabanan	Ada	Ada	Ada	Ada
9	Dishub Bangli	Ada	Ada	Ada	Ada

Tabel 2. Hasil Pengamatan dan Pengumpulan Data (lanjutan).

No.	Nama Instansi	Indikator			
		Klasifikasi data kecelakaan	Perizinan lokasi beroperasinya kapal ASD	Dana keselamatan	Kapal yang memiliki Jadwal dan rute yang tetap
1	Dishub Sumsel	Ada	Ada	Ada	Ada
2	Dishub Palembang	Ada	Ada	Ada	Ada
3	STTD Palembang	Ada	Ada	Ada	Ada
4	Dishub Kalsel	Ada	Ada	Ada	Penyeberangan ada, sungai tidak ada
5	Dishub Banjarmasin	Ada	Ada	Tidak ada	Ada
6	Dishub Sumut	Tidak ada	Ada	Ada	Ada
7	UPTD Ajibata Kab. Tobasa	Tidak ada	Ada	Ada	Ada
8	Dishub Tabanan	Tidak ada	Ada	Ada	Tidak ada
9	Dishub Bangli	Tidak ada	Ada	Ada	Tidak ada

Tabel 2. Hasil Pengamatan dan Pengumpulan Data (lanjutan).

No.	Nama Instansi	Indikator			
		Lintas pelayaran	Pedoman penertiban dan penataan lingkungan	Pengendalian fungsi alur sungai	Pengendalian kegiatan tepi sungai/danau
1	Dishub Sumsel	Pergi-Pulang (pp)	Tidak ada	Kurang	Kurang sekali
2	Dishub Palembang	Pergi-Pulang (pp)	Tidak ada	Kurang	Kurang sekali
3	STTD Palembang	Pergi-Pulang (pp)	Tidak ada	Kurang	Kurang sekali
4	Dishub Kalsel	Pergi-Pulang (pp)	Tidak ada	Kurang	Tidak ada
5	Dishub Banjarmasin	Pergi-Pulang (pp)	Ada	Kurang	Tidak ada
6	Dishub Sumut	Pergi-Pulang (pp)	Tidak ada	Kurang	Kurang sekali
7	UPTD Ajibata Kab. Tobasa	Pergi-Pulang (pp)	Tidak ada	Kurang	Kurang sekali
8	Dishub Tabanan	pp dan rit	Tidak ada	Kurang	Kurang
9	Dishub Bangli	pp dan rit	Tidak ada	Kurang	Ada

Tabel 2. Hasil Pengamatan dan Pengumpulan Data (lanjutan).

No.	Nama Instansi	Indikator			
		Standar perlengkapan keselamatan	Kapal yang beroperasi sudah memenuhi standar kelaikan	Prosedur dan manual uji berkala dan uji tipe	Pemeriksaan terhadap kepatuhan pengoperasian kapal
1	Dishub Sumsel	Ada	Ya	Ada	Ada, tanpa sanksi
2	Dishub Palembang	Ada	Ya	Ada	Ada, tanpa sanksi
3	STTD Palembang	Ada	Ya	Ada	Ada, tanpa sanksi
4	Dishub Kalsel	Ada, belum terealisasi	Ya	Ada	Ada, tanpa sanksi
5	Dishub Banjarmasin	Ada	Ya	Ada	Ada, tanpa sanksi
6	Dishub Sumut	Ada	Ya	Ada	Ada, tanpa sanksi
7	UPTD Ajibata Kab. Tobasa	Ada	Ya	Tidak ada	Ada, tanpa sanksi
8	Dishub Tabanan	Ada	Ya	Ada	Ada, tanpa sanksi
9	Dishub Bangli	Ada	Ya	Ada	Ada, tanpa sanksi

Tabel 2. Hasil Pengamatan dan Pengumpulan Data (lanjutan).

No.	Nama Instansi	Indikator			
		Pemeriksaan perlengkapan keselamatan	Standar masa layan kapal	Surat ijin berlayar	Pemeriksaan thd penumpang
1	Dishub Sumsel	Ada	Tidak ada	Ada: Surat Keterangan Kecakapan Kapal Pedalaman / SKKKP	Ada, tanpa sanksi
2	Dishub Palembang	Ada	Tidak ada	Ada: SKKKP	Ada, tanpa sanksi
3	STTD Palembang	Ada	Tidak ada	Ada: SKKKP	Ada, tanpa sanksi
4	Dishub Kalsel	Ada, operator masih kurang patuh	Tidak ada	Ada: STK (Surat Tanda Kecakapan)	Ada, tanpa sanksi
5	Dishub Banjarmasin	Ada	Tidak ada	Ada: STK	Ada, tanpa sanksi
6	Dishub Sumut	Tidak ada	Tidak ada	Ada	Tidak ada
7	UPTD Ajibata Kab. Tobasa	Tidak ada	Tidak ada	Ada	Tidak ada
8	Dishub Tabanan	Ada	Tidak ada	Ada: STK	Ada, tanpa sanksi
9	Dishub Bangli	Ada	Tidak ada	Ada: STK	Ada, tanpa sanksi

Tabel 2. Hasil Pengamatan dan Pengumpulan Data (lanjutan).

No.	Nama Instansi	Indikator	
		Pos gawat darurat	Santunan PT Jasa Raharja
1	Dishub Sumsel	Tidak ada	Ada
2	Dishub Palembang	Tidak ada	Ada
3	STTD Palembang	Tidak ada	Ada
4	Dishub Kalsel	Tidak ada	Ada
5	Dishub Banjarmasin	Tidak ada	Ada
6	Dishub Sumut	Tidak ada	Ada
7	UPTD Ajibata Kab. Tobasa	Tidak ada	Ada
8	Dishub Tabanan	Tidak ada	Ada
9	Dishub Bangli	Tidak ada	Ada

3.6 Pembahasan

Berdasarkan hasil survei dan pengumpulan data terkait angkutan sungai di Provinsi Sumatera Utara, dapat dianalisis secara aspek manajemen keselamatan, prasarana (sungai dan danau), sarana (kapal), SDM dan pengguna angkutan sungai dan danau, serta penanganan pasca kecelakaan, antara lain sebagai berikut:

a. Aspek Manajemen Keselamatan

- 1) Kordinasi antar instansi terkait keselamatan ASD sudah ada, tetapi belum maksimal. Oleh karena itu perlu adanya suatu wadah/media (misalnya berupa forum) untuk mengatasi bersama antar instansi terkait keselamatan ASD.
- 2) Pedoman struktur organisasi dan tata kerja sudah ada. Oleh karena itu perlu dipertahankan, bila perlu ditingkatkan lagi.

- 3) Peraturan-peraturan setempat yang mendukung kinerja keselamatan sudah ada, dengan mengacu pada Peraturan Daerah setempat. Hal ini perlu direalisasikan secara bijak di lapangan.
- 4) Program keselamatan ASD seperti sosialisasi perambuan sudah ada, yaitu dilakukan pada operator-operator kapal. Bila perlu lebih ditingkatkan lagi.
- 5) Klasifikasi/jenis data kecelakaan tidak ada. Perlu dipikirkan bersama, baik oleh pemerintah pusat maupun pemerintah daerah setempat untuk membentuk suatu organisasi guna pencatatan informasi/data kecelakaan yang terklasifikasi secara jelas.
- 6) Perizinan lokasi dan operasi rute berdasarkan trayek masing-masing kapal. Hal ini perlu ditingkatkan lagi.
- 7) Adanya peraturan/kebijakan kegiatan ASD setempat yang mengakomodir aspek keselamatan.
- 8) Kapal yang memiliki jadwal keberangkatan dan kedatangan dengan rute tetap sudah ada, dengan lintas pelayaran kapal adalah pergi-pulang (pp). Hal ini perlu dipertahankan dan bila perlu lebih ditingkatkan lagi.
- 9) Sejak adanya otonomi daerah dimana peralihan kewenangan ASD dari pemerintah pusat ke pemerintah daerah menyebabkan manajemen keselamatan ASD kurang terkordinasi secara maksimal. Hal ini perlu ditangani lebih serius oleh pemerintah daerah maupun pemerintah pusat.

b. Aspek Prasarana

- 1) Dana keselamatan untuk peningkatan dan pemeliharaan prasarana ASD pemerintah sudah ada. Akan tetapi kenyataannya kondisi ASD yang ada masih memprihatinkan, oleh karena itu dana keselamatana perlu ditingkatkan lagi demi lebih terjaminnya keselamatan penumpang ASD.
- 2) Pedoman penertiban dan penataan lingkungan sungai terkait keselamatan tidak ada. Oleh karena itu perlu dibuatnya suatu pedoman penertiban dan penataan lingkungan sungai terkait keselamatan oleh pemerintah pusat atau pemerintah daerah setempat.
- 3) Pengendalian fungsi alur sungai termasuk perambuan lalu lintas sungai masih kurang terpenuhi. Oleh karena itu perlu ditingkatkan lagi melalui koordinasi antara pemerintah pusat dan pemerintah daerah.

- 4) Pengendalian kegiatan tepi sungai masih kurang terpenuhi. Oleh karena itu perlu ditingkatkan lagi melalui koordinasi antar instansi terkait baik dari pemerintah pusat maupun pemerintah daerah.

c. Aspek Sarana

- 1) Perlengkapan keselamatan seperti pelampung sudah ada. Meskipun demikian perlu juga diperhatikan kondisi kelaikan perlengkapan keselamatan tersebut dan juga perlu disosialisasikan kepada penumpang ASD.
- 2) Standar kelaikan kapal meliputi kapasitas mesin terkait dengan klasifikasi dimensi kapal dalam prosedur sertifikasi kelaikan kapal dan mesin disesuaikan dengan keadaan badan kapalnya. Hal ini harus dipertahankan dan bila perlu ditingkatkan lagi.
- 3) Prosedur uji berkala dan uji tipe bagi kapal yang beroperasi sudah ada. Hal ini harus direalisasikan secara bijak di lapangan dan bila perlu lebih ditingkatkan lagi.
- 4) Pemeriksaan terhadap kepatuhan pengoperasian kapal selalu diawasi dan diperiksa. Akan tetapi kenyataannya di lapangan masih kurang terlaksana. Oleh karena itu, bagi kapal yang melanggar harus ditindak dengan tegas.
- 5) Petugas Dishub melakukan pengawasan meliputi perlengkapan berlayar. Hal ini harus dipertahankan dan bila perlu ditingkatkan lagi.
- 6) Standar untuk masa layan kapal belum ada. Oleh karena itu perlu dibuatnya suatu standar legalitas yang mengatur masa layan kapal. Hal ini guna tetap terjaganya kondisi kelaikan kapal.

d. Aspek SDM dan Pengguna ASD

- 1) Standar untuk awak kapal (juru mudi) sudah ada, yaitu berupa STK (Surat Tanda Kecakapan) atau Surat Keterangan Kecakapan Kapal Pedalaman (SKKKP). Meskipun demikian, perlu dilakukannya pemeriksaan oleh petugas kepada para awak kapal untuk memastikan bahwa awak kapal benar-benar profesional dalam mengoperasikan kapal.
- 2) Pemeriksaan kesehatan bagi awak kapal dalam bentuk diberi surat kesehatan kepada Pemda. Meskipun demikian perlu ditingkatkan lagi secara lebih intensif.

3) Pemeriksaan bagi penumpang yang melanggar peraturan selalu dilakukan kepada setiap penumpang. Hal ini harus benar-benar direalisasikan di lapangan dan tindakan yang tegas, bila perlu diberi sanksi bagi yang melanggar.

e. Penanganan Pasca Kecelakaan ASD

- a. Pos gawat darurat maupun Standar Prosedur Operasional (SPO) kegawatdaruratan kecelakaan belum ada. Hal ini perlu dipikirkan serius oleh pemerintah pusat maupun daerah untuk menyediakan pos gawat darurat.
- b. Santunan biaya pengobatan kepada korban kecelakaan ASD sudah ada, dari PT. Jasa Raharja. Hal ini harus dipertahankan dan bila perlu lebih ditingkatkan lagi.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan di provinsi Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Bali, ternyata tiap wilayah telah mempunyai Perda dan peraturan lokal untuk menanggulangi bahaya kecelakaan angkutan sungai dan danau dengan istilah teknik yang berbeda, kedalaman dan keluasan peraturan termasuk perizinan yang berbeda pula. Di sisi yang lain mempunyai orientasi yang sama bahwa dalam hal perizinan angkutan sungai dan danau (ASD) merupakan PAD (Pendapatan Asli Daerah) sehingga ketegasan dalam penerapan keselamatan ASD menjadi lemah, seperti penggunaan baju pelampung, alat navigasi, dan lain-lain.

4.2 Saran

- 1. Perlu dilakukannya sosialisasi tentang pentingnya keselamatan angkutan sungai dan danau, baik kepada awak kapal, penumpang kapal, maupun operator,
- 2. Untuk mendukung keselamatan angkutan sungai dan danau, perlu adanya Pedoman Umum Keselamatan Angkutan Sungai dan Danau sebagai pedoman bagi pemerintah untuk mengatasi masalah keselamatan di Indonesia terutama di daerah terpencil. Selain itu, penyusunan Pedoman

Umum Keselamatan Angkutan Sungai dan Danau dilakukan dikarenakan belum adanya persamaan persepsi terhadap keselamatan di daerah serta penanganan masalah keselamatan tersebut masih dilakukan secara parsial dan belum terkoordinasi dengan baik sehingga masalah keselamatan tersebut belum dapat tertangani secara komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Pusat Statistik Provinsi Bali (2012). “Bali Dalam Angka Tahun 2012”, Denpasar.
2. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan (2012). “Kalimantan Selatan Dalam Angka Tahun 2012”, Banjarmasin.
3. Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informasi Kota Banjarmasin (2012). “Laporan Akhir: Inventarisasi, Evaluasi dan Pengembangan Dermaga”, Banjarmasin.
4. Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informasi Provinsi Sumatera Selatan (2013). “Informasi Bidang Perhubungan Laut ASDP”, Palembang.
5. Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informasi Provinsi Sumatera Utara (2006). “Laporan Akhir: Survey Asal Tujuan Kapal di Kawasan Danau Toba (O/D Survey)”, Medan.
6. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (2009). “Perhubungan Darat Dalam Angka 2008”, Jakarta.
7. Direktorat Keselamatan Transportasi Darat (2013). “Laporan Akhir: Penyusunan Rencana Umum Keselamatan Angkutan Sungai Dan Danau”, Jakarta.
8. Pemerintah Republik Indonesia (2007). “Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 Tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi, dan Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota”, Jakarta.
9. Pemerintah Republik Indonesia (2008). “Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran”, Jakarta.

10. Pemerintah Republik Indonesia (2010). “Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2010 Tentang Angkutan Di Perairan”, Jakarta.
11. Pemerintah Republik Indonesia (2010). “Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 2010 Tentang Kenavigasian”, Jakarta.

PEDOMAN PENULISAN JURNAL TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

1. Jurnal Teknik Sipil UKM merupakan jurnal ilmiah, hasil penelitian, atau studi literatur disertai analisis ilmiah dalam bidang teknik sipil.
2. Tulisan harus asli dan belum pernah dipublikasikan sebelumnya, dikirim dengan mencantumkan kelompok bidang keahlian dalam teknik sipil.
3. Apabila pernah dipresentasikan dalam seminar, agar diberi keterangan lengkap.
4. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris yang benar, singkat, jelas dilengkapi dengan abstrak dan kata kunci dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.
5. Naskah ditulis pada kertas A4, menggunakan Microsoft® Word dengan ketentuan sebagai berikut :
 - a. Judul ditulis dengan huruf kapital, **TIMES NEW ROMAN**, ukuran 13, huruf tebal.
 - b. Abstrak ditulis dengan huruf biasa, Times New Roman, ukuran 10, spasi 1, demikian juga dengan kata kunci.
 - c. Isi naskah ditulis dengan huruf biasa, Times New Roman, ukuran 11, spasi 1.5.
 - d. Jumlah halaman beserta lampiran minimal 20 halaman, maksimal 30 halaman.
 - e. Jumlah halaman untuk lampiran maksimal 20% dari jumlah halaman total.
 - f. Nama penulis ditulis tanpa pencantuman gelar akademik.
 - g. Penulisan sub bab disertai nomor, contoh :
 - 1. HURUF KAPITAL**
 - 1.1 Huruf Biasa**
 - h. Gambar diberi nomor dan keterangan gambar ditulis dibawah gambar.
 - i. Tabel diberi nomor dan keterangan tabel ditulis diatas tabel.
 - j. Daftar pustaka ditulis dengan format sebagai berikut :
 1. Timoshenko, S.P, Young, D.H., (1995). *Theory of Structures*, McGraw Hill Book Co, New York.
 - k. Kata-kata asing (jika naskah ditulis dalam bahasa Indonesia) dicetak *miring*.
6. Menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :
 - a. Judul Naskah.
 - b. Nama penulis utama, penulis pembantu.
 - c. Abstrak dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.
 - d. Kata kunci.
 - e. Pendahuluan (berisi latar belakang, tujuan, ruang lingkup, dan metodologi).
 - f. Isi (tinjauan pustaka).
 - g. Studi Kasus (data, studi kasus, dan pembahasan)
 - h. Penutup (kesimpulan, saran, dan daftar pustaka).
7. Naskah dikirim dalam bentuk *file* via E-mail.
8. Naskah yang masuk redaksi akan ditinjau oleh penelaah ahli dalam bidangnya sebelum diterbitkan.
9. Jurnal terbit 2x dalam setahun pada bulan April dan Oktober.